

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность: технология геологической разведки
 Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область)

УДК: 622.143:553.3'3/'9(574.4)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Братинков Вадим Валерьевич		15.06.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глотова В.Н.	К.т.н.		18.06.20

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.	-		18.06.20

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.э.н.		17.06.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.	-		17.06.20

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	К.г.-м.н.		19.06.20

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность: технология геологической разведки
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Ростовцев В.В.
(подпись) (дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Братинкову Вадиму Валерьевичу

Тема работы:

Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.20
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: участок Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область)
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технология и техника проведения буровых работ 2. Техника проведения буровых работ 3. Обзор и анализ отклоняющихся клиньев для искривления скважин
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзорная геологическая карта района работ 2. Геологический разрез месторождения Обручевское 3. Схема расположения бурового оборудования установки УКБ7-1200/2000

	4. Таблица общей сметной стоимости работ 5. Схема компоновки стационарного клина КОС 6. Геолого-технический наряд на бурение скважины
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Бер А.А.
Социальная ответственность	Гуляев М.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Якимова Т.Б.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	27.01.20
---	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глотова В.Н.	К.т.н.		27.01.20

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.	-		27.01.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Братинков Вадим Валерьевич		27.01.20

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность: технология геологической разведки

Уровень образования: специалитет

Отделение нефтегазового дела

Период выполнения: весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Описание теоретической части проекта</i>	...
	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	...
	<i>Устранение недостатков проекта</i>	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глотова В.Н.	К.т.н.		18.06.20

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.			18.06.20

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	К.г.-м.н.		19.06.20

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА “ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ”

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Братинкову Вадиму Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область)	
Исходные данные к разделу «Геолого-методическая часть»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Полевые работы на оценочной стадии геологоразведочных работ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Географо-экономические условия проведения работ	Административное положение района работ, анализ географических и климатических условий района работ, экономическая характеристика района работ
2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ	Объемы и методика ранее проведенных на участке геологоразведочных работ
3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ	Геологическая, структурная, литологическая гидрогеологическая характеристики района работ
4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ	Выбор и описание методик проведения основных видов проектируемых работ
5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ	Выбор методики проведения буровых работ, определение объемов буровых работ, анализ геолого-технических условий

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.01.20
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бер Александр Андреевич	-		18.06.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Братинков Вадим Валерьевич		15.06.20

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА “СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ”

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Братинкову Вадиму Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технический проект на сооружение при проведении разведочных работ на участке Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	<p><i>Вредные факторы:</i> Повышенный уровень шума и вибраций Отклонение показаний микроклимата Недостаточное освещение Контакты с насекомыми</p> <p><i>Опасные факторы:</i> Вращающиеся машины и механизмы Скользкие и неровные поверхности Самоходное оборудование Работа на высоте Химические реагенты Гидравлическая энергия Поражение электрическим током</p>
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – Нарушение естественного геологического состояния недр – Засорение почвы отходами производства – Загрязнение хим. реагентами и ГСМ (горюче-

	смазочными веществами) – Уничтожение почвенного покрова на территории буровой площадки – Загрязнение из-за утечки бурового раствора
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Природные факторы (пожары, землетрясения, ливневые дожди) – Техногенные факторы (Пожары, производственный травматизм)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.01.20
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		18.06.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Братинков Вадим Валерьевич		15.06.20

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА “ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ”

Студенту:

Группа	ФИО
225Б	Братинкову Вадиму Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область)	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ и материальных ресурсов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение работ согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Общий налоговый режим
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ
2. Планирование и формирование бюджета проекта	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Смета затрат	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.01.20
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.		18.06.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
225Б	Братинков Вадим Валерьевич		15.06.20

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<u>Профессиональные компетенции</u>	
P1	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P2	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P3	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P4	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P5	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P6	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых
<u>Универсальные компетенции</u>	
P7	Использовать <i>глубокие знания по проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 117 страниц, 27 таблиц, 13 рисунков, 32 источника.

Перечень ключевых слов: участок «Обручевский», полиметаллы, УКБ7-1200/2000, ССК–59.

Объектом исследования является участок Риддер месторождения полиметаллов (Восточно-Казахстанская область).

Цель работы: составление проекта на бурение поисково-оценочных скважин; геологическое изучение объекта; разработка технологии проведения поисковых работ на участке; разработка управления и организации работ на объекте; оценка выявленных рудных тел по категории С2.

В процессе проектирования проводились: выбор бурового оборудования; поверочный расчет выбранного оборудования; расчет режимных параметров; анализ вредных и опасных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению; сметно-финансовый расчет.

В результате проектирования: была дана полная геологическая характеристика объекта; произведен выбор бурового и вспомогательного оборудования, удовлетворяющий всем требованиям; был произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта; выполнены сметно-финансовые расчеты.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте приведены технические характеристики буровой установки и ее составляющих в целом; приведен состав технологического инструмента.

Значимость работы: проведение поисково-оценочных работ на участке Риддер с последующим подсчетом запасов руд.

ESSAY

The final qualification work contains 117 pages, 27 tables, 13 figures, 32 sources.

Key words list: Obruchevsky site, polymetals, UKB7-1200 / 2000, SSK-59.

The object of research is the Ridder site of the polymetal deposit (East Kazakhstan region).

Purpose of work: drawing up a project for drilling prospecting and appraisal wells; geological study of the object; development of technology for prospecting at the site; development of management and organization of work at the facility; assessment of identified ore bodies in category C2.

During the design process, the following was carried out: selection of drilling equipment; verification calculation of the selected equipment; calculation of operational parameters; analysis of harmful and dangerous factors during geological exploration and measures to prevent them; estimated financial calculation.

As a result of design: a complete geological description of the object was given; a selection of drilling and auxiliary equipment that meets all the requirements has been made; An analysis was made of all harmful and dangerous factors during geological exploration within this facility; Estimated financial calculations.

The main constructive, technological and technical and operational characteristics: the project shows the technical characteristics of the drilling rig and its components as a whole; The composition of the technological tool is given.

Significance of the work: prospecting and appraisal work on the Ridder site with subsequent calculation of ore reserves.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	17
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
1.1. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ.....	18
1.1.1. <i>Административное положение объекта работ.....</i>	<i>18</i>
1.1.2. <i>Рельеф.....</i>	<i>18</i>
1.1.3. <i>Климат.....</i>	<i>19</i>
1.1.4. <i>Растительность. Животный мир.....</i>	<i>19</i>
1.1.5. <i>Гидросеть.....</i>	<i>19</i>
1.1.6. <i>Экономическая характеристика района работ.....</i>	<i>19</i>
1.1.7. <i>Пути сообщения.....</i>	<i>20</i>
1.2. ОБЗОР РАННЕЕ ПРОВЕДЁННЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	20
1.3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	27
1.3.1. <i>Стратиграфия.....</i>	<i>27</i>
1.3.2. <i>Магматические образования.....</i>	<i>31</i>
1.3.3. <i>Тектоника.....</i>	<i>35</i>
1.3.4. <i>Метаморфизм.....</i>	<i>41</i>
1.3.5. <i>Характеристика оруденения.....</i>	<i>45</i>
1.4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	51
1.4.1. <i>Топографо-геодезические работы.....</i>	<i>51</i>
1.4.2. <i>Задачи, методика и объёмы геофизических работ.....</i>	<i>53</i>
1.4.3. <i>Отбор и обработка проб.....</i>	<i>53</i>
1.4.4. <i>Химико-аналитические работы.....</i>	<i>55</i>
1.5. МЕТОДИКА, УСЛОВИЯ И ОБЪЁМЫ ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	55
2 ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ.....	57
2.1. ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	57
2.2. ПОСТРОЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИНЫ.....	58
2.3. ВЫБОР БУРОВОЙ УСТАНОВКИ И БУРИЛЬНЫХ ТРУБ.....	61
2.4. РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ БУРЕНИЯ.....	63
2.4.1. <i>Выбор породоразрушающего инструмента.....</i>	<i>63</i>
2.4.2. <i>Расчет режимов бурения.....</i>	<i>64</i>
2.5. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ МОЩНОСТИ ПРИВОДА БУРОВОГО СТАНКА, ПРИВОДА БУРОВОГО НАСОСА, БУРОВОЙ МАЧТЫ И БУРИЛЬНЫХ ТРУБ.....	66

2.5.1 Проверочный расчет мощности привода бурового станка и уточнение режимов бурения.	66
2.5.2 Проверочный расчет бурильных труб при нормальном процессе бурения.	68
2.5.3 Определение запаса прочности бурильных труб в любом сечении растянутой части колонны.	71
2.5.4 Определение запаса прочности бурильных труб в нулевом сечении. ..	72
2.5.5 Расчет предельного диаметра керна.....	72
2.5.6 Проверочный расчет мощности привода бурового насоса.....	73
2.5.7 Расчет и выбор схемы талевой системы.	73
2.5.8. Расчет усилий в ветвях талевой системы и нагрузки на вышку	74
2.6. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА	76
2.7. ПРОМЫВочная жидкость и глинохозяйство	76
2.8. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН.	78
2.8.1 Забуривание скважины	78
2.8.2 Обеспечение намеченных режимов бурения.....	79
2.8.3 Проведение исследований в скважинах.....	79
2.8.4 Монтаж и демонтаж бурового оборудования	79
2.8.5 Ликвидация скважины	80
3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	81
3.1. ВВЕДЕНИЕ	81
3.2. ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	81
3.3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	81
3.3.1. Мероприятия по устранению вредных факторов.....	83
3.3.2. Мероприятия по устранению опасных факторов	86
3.4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	88
3.5. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	89
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	92
4.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ.	92
4.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ.....	92
4.2.1. Технический план	92
4.2.2. Расчет продолжительности выполнения работ.....	93
4.2.3. Расчет производительности труда, обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ..	94
4.2.4. Проектные работы	95

4.3. СТОИМОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ (СМЕТА)	96
4.3.1. <i>Расчет затрат на заработную плату</i>	<i>96</i>
4.3.2. <i>Расчет амортизации</i>	<i>97</i>
4.4. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН.....	99
5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОБЗОР И АНАЛИЗ ОТКЛОНЯЮЩИХ КЛИНЬЕВ ДЛЯ ИСКРИВЛЕНИЯ СКВАЖИН	100
5.1. ВВЕДЕНИЕ.....	100
5.2. ОТКЛОНИТЕЛИ	100
5.3. СТАЦИОНАРНЫЕ КЛИНОВЫЕ ОТКЛОНИТЕЛИ.....	100
5.4. ИЗВЛЕКАЕМЫЕ КЛИНОВЫЕ ОТКЛОНИТЕЛИ.....	104
5.5. ОТКЛОНИТЕЛИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ	106
5.5.1. <i>Забойный комплекс “КЕДР”</i>	<i>107</i>
5.5.2. <i>Отклонитель ОГМ-59</i>	<i>109</i>
5.5.3. <i>Отклонитель ТЗ-3П-59</i>	<i>111</i>
5.6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	116

ВВЕДЕНИЕ

Основанием для выполнения выпускной квалификационной работы на проведение геологоразведочных работ на месторождении полиметаллов “Обручевское” является недостаточная изученность района работ для введения месторождения в эксплуатацию и перевода из категории Inferred в Indicated (или Measured).

В выпускной квалификационной работе предлагается использование технологии ведения буровых работ на участке, а также бурового оборудования.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

Обручевское месторождение золото - серебросодержащих полиметаллических руд находится в Глубоковском районе ВКО в 7 км к юго-востоку от г. Риддера в южной части Лениногорского рудного поля (рис. 1.1). Участок месторождения, охватывающий площадь 0,5 км², расположен у подножья Ивановского хребта на пологом северном склоне. Месторождение открыто в 1987 году.



Рисунок 1.1 - Обзорная карта района работ

1.1.2. Рельеф

Рельеф поверхности площади участка выровненный, с общим пологим погружением с юга на север в сторону долины р.Быструхи и характеризуется

абсолютными отметками 950-1060 метров над уровнем моря (в Балтийской системе высот).

1.1.3. Климат

Климат района резко континентальный с колебаниями среднемесячных температур от - 22,4⁰С зимой до +17,4⁰С летом. Характерными чертами климата являются продолжительная холодная зима, умеренно прохладное лето и большие суточные колебания температуры воздуха. Среднегодовое количество осадков достигает 700мм. Глубина промерзания почвы достигает 1,0-1,5м, а максимальная мощность снегового покрова – 2 метров.

1.1.4. Растительность. Животный мир

На территории района выявлено 695 видов сосудистых растений, сотни видов из которых являются редкими. 18 видов местных растений занесены в Красную книгу Республики Казахстан. В местных лесах произрастают более 170 видов грибов. Среди деревьев можно встретить лиственницу, берёзу, пихту, ель, кедр. Животный мир представлен более чем 140 видами животных, в том числе редких (кабаны, волки, лоси, косули и т.д.).

1.1.5. Гидросеть

Участок месторождения расположен у подножья Ивановского хребта на пологом северном склоне. Вдоль склона стекают многочисленные ручьи ледникового происхождения (Быстрый ключ, ручей Безымянный и др.), впадающие в р.Быструху. В окрестностях Риддера находятся реки Филлиповка, Тихая, Громотуха, Журавлиха. Несмотря на влияние промышленных металлургических заводов, вода в этих реках обладает высокими показателями питьевых качеств. Долины ручьев, пересекающих площадь месторождения, характеризуются очень пологими бортами, частично заболочены, покрыты лиственным, реже хвойным лесом и кустарником. Земли, являющиеся северным флангом участка месторождения, до недавнего времени использовались для огородничества.

1.1.6. Экономическая характеристика района работ

Ближайшим к месторождению населенным пунктом является г.Риддер, в пределах которого расположены промышленные предприятия Риддерского горно-обогатительного комплекса АО «Казцинк», осуществляющие добычу и переработку полиметаллических руд с законченным циклом горно-металлургического производства. Помимо этого в городе расположены предприятия легкой и пищевой промышленности, деревоперерабатывающие, которые в настоящее время либо не работают, либо работают не в полную силу. Основное направление сельского хозяйства в окрестностях города – картофелеводство и мясомолочное производство, которое находится в упадке и не обеспечивает в полной мере потребности населения города продуктами. Энергоснабжение города и промышленных предприятий обеспечивается Ульбинской ГЭС, Лениногорской ТЭЦ и Бухтарминской ГЭС, входящими в ЗАО ВК РЭК.

1.1.7. Пути сообщения

В городе расположена железнодорожная станция, через которую осуществляется получение и отправление грузов за пределы города.

Участок месторождения находится в непосредственной близости (0,5 км) от грунтово-гравийной дороги г.Риддер – пос.Карагай (Республика Алтай Российской Федерации), на которой в настоящее время проводится реконструкция. Расстояние по трассе этой дороги от центра участка месторождения до железнодорожной станции «Риддер» составляет около 12 км. Расстояние до больницы – 15 км.

1.2. Обзор ранее проведённых геологоразведочных работ

Большая часть территории Лениногорского рудного поля, расположенная между известным с 1784 года Риддер - Сокольным и открытым в 1981 году Ново - Лениногорским месторождениями, длительное время оставалась слабо изученной как по площади, так и на глубину. Наименее изученной была южная часть рудного поля, прилегающая к зоне Обручевского взброса, закрытая мощным чехлом моренно-ледниковых и аллювиально-

делювиальных образований, где проведение буровых работ было сопряжено с большими техническими и технологическими трудностями.

Изучение перспектив южной части рудного поля и поиски в её пределах благоприятных структур было начато ещё в 1963-64 г.г. Следующий этап поисковых работ с охватом северной части площади участка ныне известного Обручевского месторождения был осуществлен в период марта – ноября 1986 года путём бурения здесь четырех поисковых скважин. Одновременно в период с 1983 по 86 г.г. на всей территории Лениногорского рудного поля Алтайской геолого-геофизической экспедицией проводятся площадные геофизические работы с применением высокоточных методов: гравиметрии, магниторазведки, электроразведки, которыми было установлено, что указанные рудные зоны фиксируются в гравимагнитных полях, по своим характеристикам аналогичных таковым, установленным над рудными зонами основных залежей Ново-Лениногорского месторождения.

В период с 03.1989 по 01.1991г. на месторождении проводятся поисково-оценочные работы по геологическому заданию № 71. По этому проекту (на стадии поисково-оценочных работ) пробурено 32 скважины общим объёмом 28023м, из них 15 отклоняющихся стволов (многоствольное и кустовое бурение). Скважиной № 2181, в 600м к югу от скважины 1798 были установлены, а отклоняющимся от неё стволом № 2181а подтверждены мощные колчеданно-полиметаллические руды, слагающие рудные тела Южной залежи.

В соответствии с протоколами НТС и геолого-технических совещаний в период с 10.1990г. по 08.1991г. было пройдено 7 скважин, из них три скважины с поверхности (2550, 2552, 2569) и четыре в виде отклоняющихся стволов (2541в, 2541д, 2541г и 2552а) общим объёмом 6545 п.м., которые позволили расширить контур известного оруденения, установить на Южной залежи наличие богатых золотосодержащих руд (скв.2541г) и уточнить её южную границу (скв.2541д).

В результате проведенных поисково-оценочных работ к середине 1991г. были практически полностью прослежены контуры распространения и масштабы выявленного оруденения, предварительно определены основные его параметры и некоторые закономерности локализации морфологические особенности главных рудных тел, предварительно изучены технологические свойства руд.

Технико-экономические соображения о возможном промышленном значении оруденения скважины № 1798 были разработаны в 1990 году по результатам выполненных в 1989-90 г.г. поисково-оценочных работ и позволили сделать вывод о возможности отработки подсчитанных (по кондициям Ново-Лениногорского месторождения) запасов с достаточно высокой эффективностью и о целесообразности постановки на участке предварительной разведки.

б) В 1991 году на основании выводов ТЭС и в соответствии с геологическим заданием № 81 составлен проект предварительной разведки на 1991-94 г.г. Буровые работы по этому проекту проводились в период с 07.1991 по 11.1995 г. путём ещё более широкого применения кустовых и многоствольных скважин. Проектом предварительной разведки предусматривалось колонковое бурение в объёме 86 скважин – 65481 п.м., из них 31 скважина с поверхности (34590м) и 55 отклоняющихся стволов (30891 м). Фактически пройдено 74 разведочные скважины и 15 отклоняющихся технологических стволов общим объёмом 55519м. Работы по проекту не были выполнены в первоначально установленные сроки (1994г.) в связи с неполным финансированием и из-за его прекращения в 1995 году не завершены. По сравнению с предусмотренными проектом объёмами бурения недовыполнение их составляет 9962м. Оно отразилось на равномерности разведочной сети, полноте изучения морфологических особенностей рудных тел, закономерностей распределения золота и других параметров оруденения.

Таблица 1.1. Сводная таблица объёмов буровых работ по стадиям и условиям бурения на участке Обручевского месторождения

№№ пп	Стадия геологоразведочных работ, №№ геологизаций	Кол-во скважин			Объём бурения, п.м. всего	В том числе по условиям бурения						В том числе по диаметрам бурения			
		Всего	в том числе			без отбора керна		с отбором керна				с обсадкой, п.м.			
			Отклоняющиеся стволы	Технологическ. стволы		По рыхлым четвертичным отлож. п.м.	По коренным породам надрудн. толщи	по надрудной толще		по продуктивной толще		15 1 м м	132 мм	112 мм	93 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Поисковые работы, всего	27	-	-	36357,5	5089,6	554,4	15612,5	<u>10794,81</u> 69	15161,0	<u>11758,54</u> 76				
	в том числе:														
	по геологическому заданию № 51	4	-	-	5534,0	308,0	129,0	1144,9	<u>750,06</u> 66	3952,1	<u>3125,99</u> 79				
	по геологическому заданию № 58	23	-	-	30823,5	4721,6	425,4	14467,6	<u>10044,75</u> 69	11208,9	<u>8632,55</u> 77				
2	Поисково-оценочные работы всего	40	19	-	35563,0	4451,8	8590,7	17164,72	<u>7984,79</u> 47	5355,78	<u>4240,24</u> 79	137,0	215,0	1260,0	3148,5
	в том числе:														

	по геологическому заданию № 71	33	15	-	29018,0										
	по геологическому заданию № 70	7	4	-	6545,0	719,5	2857,8	1895,8	<u>863,8</u> 46	1072,2	<u>839,15</u> 78	60,0	57,0	99,0	665,0
3	Предварительная разведка	89	65	15	55519,0	1974,8	32314,4	7868,0	<u>4537,38</u> 58	10212,6	<u>8314,59</u> 81	63,0	280,0	1020,0	1085,0
	ВСЕГО:	156	84	15	127439,5	11456,2	41459,5	40645,22	<u>23316,98</u> 57	50729,38	<u>24313,37</u> 79	260,0	552,0	2379,0	4898,5

Из одного устья проходило от 2-3 до 6-14 разведочных стволов. Средняя длина разведочных отклоняющихся стволов 698,26м. Кроме того, от этих разведочных стволов путем отклонки осуществлялось бурение коротких (длиной в среднем 39,4м) технологических стволов с целью отбора из рудной зоны каменного материала для компоновки технологических проб. Вместе с ними число отклоняющихся стволов в одном кусте достигает 10-19 (таблица 1.2).

Таблица 1.2. Объёмы многоствольного бурения на Обручевском месторождении

№№ скважин, из которых отбурены	Количество отклоняющихся стволов	
	Всего	В том числе:

ОТКЛОНЯЮЩ. СТВОЛЫ		разведочных	технологических
1	2	3	4
2627	2	2	-
2050	8	8	-
2583	19	13	6
2541	6	6	-
2569	18	14	4
2573	10	6	4
2600	8	8	-
2636	3	3	-
2588	4	3	1
2595	3	3	-
2506	3	3	-
2176	2	2	-
2502	2	2	-
2515	2	2	-
2618	2	2	-
2160	1	1	

2181	1	1	
2550	1	1	
2552	1	1	-
2619	1	1	-
2641	1	1	-
Итого:	99	84	15

1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ

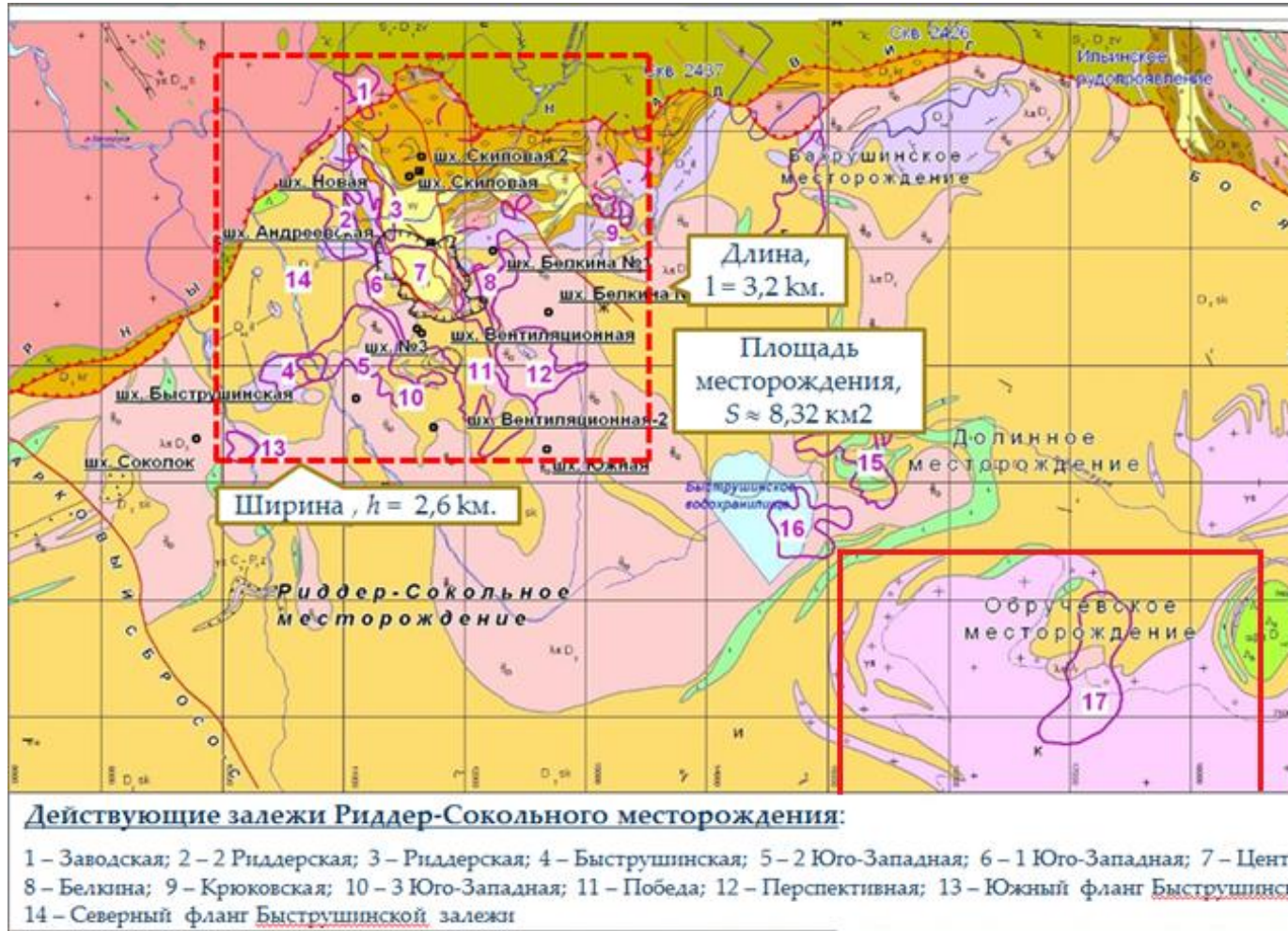


Рисунок 1.2 - Обзорная геологическая карта района работ масштаба 1:50000

1.3.1. Стратиграфия

Палеозойские отложения.

За основу стратиграфического расчленения геологического разреза Лениногорского рудного поля и участка Обручевского месторождения принята стратиграфическая схема, разработанная в процессе геолого-съёмочных работ (Стасенко Н.В. и др., 1988г.) и базирующаяся на большом фактическом материале поисковых, разведочных и тематических работ Лениногорской ГРЭ. В соответствии с этой схемой выделены заводская ($S_2 - D_{1zv}$), лениногорская ($D_1 ln$), крюковская ($D_1 kr$), ильинская ($D_{1-2 il}$) и сокольная ($D_2 sk$) свиты.

Заводская свита ($S_2 - D_{Izv}$). Образования, относимые к заводской свите, в пределах Лениногорского рудного поля имеют повсеместное распространение, о чем свидетельствуют данные по многочисленным скважинам, пробуренным в районе Риддер-Сокольного месторождения, на его флангах, а также по отдельным глубоким скважинам (№№ 1759, 1690, 2215 и др.) в пределах остальной части рудного поля.

В связи со значительным погружением к югу структур рудного поля на участке Обручевского месторождения породы каледонского фундамента (заводской свиты) скважинами не достигнуты, а их кровля предполагается на глубине свыше 2000м от поверхности. (На Ново-Лениногорском месторождении, расположенном в 4,5км к северо-востоку, положение кровли этих отложений было установлено опорно-параметрической скважиной № 1690 на глубине 2569м).

Наиболее полное пересечение разреза этой свиты в пределах рудного поля получено по опорно-параметрической скважине № 2215 в районе залежи Новой Риддер-Сокольного месторождения, где мощность её достигает 1300 метров. Сложена она метаморфическими породами зеленосланцевой фации, развитыми по терригенным образованиям (песчаникам, алевролитам) и представляющими собой сланцы с ясно выраженной контрастной полосчатостью от светло-серой до зеленой окраски.

Лениногорская свита ($D_1 In$). Отложения лениногорской свиты в пределах рудного поля также пользуются повсеместным распространением. На участке Обручевского месторождения скважинами вскрыта и изучена лишь верхняя часть разреза этой свиты, представленная переслаивающимися интенсивно метаморфизированными туфогенно-осадочными породами, туфами и туффитами умеренно кислого, реже смешанного и среднего состава, туффитами, туфогенными и вулканомиктовыми песчаниками и гравелитами, реже – алевролитами. Мощность слоев перечисленных пород колеблется от сантиметров до десятков метров и более. Для разреза свиты характерна

фациальная изменчивость, морская мелководная и субаэральная обстановка осадконакопления. Наличие своеобразных пизолитовых структур в обломочных породах алевритовой и псаммитовой размерности. При этом пирокластические образования тяготеют к средней и нижней частям разреза, в то время как туфогенно-осадочные и пизолитовые - к верхней.

Полная мощность отложений лениногорской свиты, известная на других участках рудного поля, достигает 620м, а максимальная вскрытая на участке Обручевского месторождения не превышает 100 м.

Крюковская свита (D_{1kr}). Отложения свиты вмещают оруденение Обручевского месторождения, вскрыты всеми пройденными здесь скважинами на большую часть её мощности. Полные пересечения её разреза имеются по более редкой сети ранее пробуренных поисковых и поисково - оценочных скважин.

Свита сложена толщей терригенных, реже гидротермально-осадочных и осадочных пород: известковисто - углисто-глинистых алевролитов, алевропесчаников, песчаников, реже гравелитов.

Верхняя, продуктивная часть свиты мощностью 70-100 метров характеризуется широким развитием метасоматически измененных пород: микрокварцитов, окварцованных алевролитов, серицито-кремнистых, кремнисто-карбонат-серицитовых, серицит-кварцевых пород, хлоритолитов, образовавшихся за счёт разнообломочных осадочных пород. Хлоритолиты отмечаются на южном фланге месторождения и вмещают медно-цинковое и цинковое оруденение Южной залежи.

В верхней части разреза свиты как на участке месторождения, так и на всей площади рудного поля, прослеживается устойчивый маркирующий горизонт в разной степени серицитизированных и окварцованных известковисто - глинистых, кремнисто-известковистых реже кремнистых алевролитов. Этот горизонт, имеющий мощность 15-25м, являющийся экранирующим для основного оруденения Обручевского, Риддер-Сокольного,

Ново-Лениногорского и Долинного месторождений, завершает разрез крюковской свиты. В верхней части рудной зоны, расположенной ниже указанного горизонта, иногда устанавливаются карбонат-серицит-глинистые породы, нередко со своеобразными округлыми выделениями (оолитами) карбоната - кальцита или доломита, которые можно параллелизовать с доломитовыми серицитолитами Риддер-Сокольного месторождения.

Средняя и нижняя части разреза свиты сложены тонкообломочными терригенными осадочными породами со значительной (до 30-40%) долей прослоев псаммитов - псефитовых пород (песчаников, гравелитов).

Мощность свиты достигает 300-520м.

Ильинская свита (D_{1-2} ил). В пределах месторождения представлена фрагментарными останцами среди мощной сложно построенной залежи андезитовых порфириров.

Сложена она преимущественно вулканомиктовыми и туфогенными гравелитами, реже туфами порфириров (преимущественно в низах разреза) и тонкообломочными осадочными породами с линзами и невыдержанными горизонтами органогенных известняков в средней и верхней частях её разреза в северной части месторождения.

В самых низах разреза свиты трассируется относительно выдержанный горизонт туфогенно-осадочных пород с обломочным материалом умеренно-кислого состава. Мощность фрагментов отложений свиты среди тел андезитовых порфириров здесь составляют от первых метров до 100-150 метров. Общая же мощность разреза свиты с учётом объёма её, занятого магматическими образованиями (андезитовыми порфиритами и кварцевыми альбитофирами), на участке месторождения составляет 450-500 метров.

Сокольная свита (D_{2sk}) завершает разрез палеозойских отложений и представлена лишь нижней, сохранившейся от эрозии частью, сложенной терригенными образованиями — углисто-глинистыми алевролитами, известковисто - глинистыми алевролитами и алевропелитами. В основании

свиты залегают органогенные мраморизованные известняки, залежь которых нарушена позднее внедрившимися субвулканическими липаритовыми порфирами, а затем гранитоидами змеиногорского комплекса.

Толща сокольной свиты в той или иной степени насыщена значительным количеством субсогласных пластовых тел диабазов, реже гранофилов, в низах разреза вблизи контакта с ильинской свитой (иногда с его осложнением) залегает мощное тело липаритовых порфиров.

Мощность оставшейся от эрозии части разреза сокольной свиты на участке месторождения не превышает 200-250 метров.

Четвертичные отложения.

Рыхлые четвертичные отложения (Q) перекрывают эрозионную поверхность палеозойских образований чехлом переменной мощности от 90-150м на севере участка месторождения до 350-475м на юге. Здесь они представлены преимущественно делювиально-пролювиальным и моренно-ледниковым шлейфом разрушения Ивановского гранитного массива (расположенного в виде хребта южнее участка месторождения). В составе четвертичных отложений преобладают валунно - галечники и глыбы гранитов с суглинисто-песчаным заполнителем.

1.3.2. Магматические образования

Магматические образования в геологическом разрезе месторождения распространены чрезвычайно широко. Они представлены экструзивно-субвулканическими залежами андезито-базальтовых и кварцевых порфиритов, субвулканическими пластообразными и штокообразными телами кварцевых альбитофилов, силлообразными дайками диабазов и диабазовых порфиритов (среди отложений сокольной свиты) и покровообразными телами гранит-порфиров, гранитов и плагиогранит-порфиров, залегающих в верхней части разреза.

Андезитовые порфириты ($\alpha \beta \pi D_{1-2}$) замещают до 75-90% объёма ильинской свиты, на уровне которой они развиты в виде сложно- построенной

мощной залежи. Верхним частям её присущи отчётливые признаки близповерхностных фаций – повышенная насыщенность газовыми продуктами (наличие многочисленных миндалин с образованием пузыристых миндалекаменных структур до брекчий взрывного характера с большим количеством карбоната, выполняющего пустоты), повышенная гематитизация, флюидалльные текстуры, наличие фаунистических остатков во включениях извесковисто-терригенного материала. Эти образования являются продуктами деятельности Колотушинского палеовулканического центра ильинского (нижне-верхнеэмского) времени, расположенного к северо-востоку от участка месторождения (между Обручевским и Ново-Лениногорским месторождениями).

Тела андезитовых порфиров характеризуются сложным внутренним строением. Среди них отмечаются разности, отличающиеся как по текстуре (массивные, однородные, миндалекаменные, брекчиевые), так и по структуре (от афировых и мелко-редковкрапленных до отчётливо порфировых, крупновкрапленных) и составу. Последний варьирует от андезитов и андезито-базальтов до андезито-дацитов (кварцевых порфиров). Всё это свидетельствует о многофазном характере становления пород этого комплекса.

Суммарная мощность этих образований достигает 200-500 метров, возрастая от периферических частей к центру палеовулкана. Отдельные маломощные (от 3-5 до 30-50м) субсогласные, а иногда секущие тела андезитовых порфиров встречаются и в верхних частях крюковской свиты, прорывая границы рудной зоны и срезая рудные тела.

Подошва залежи андезитовых порфиров не ровная, валообразная, уступообразная, иногда с апофизами. По мере приближения к области предполагаемого канала в северо-восточном направлении происходит более резкое погружение контакта, который здесь осложнен более многочисленными апофизами, срезающими продолжение рудоносных структур.

Кварцевые альбитофиры ($\lambda\pi D_2$) также образуют субсогласную покровообразную залежь, которая располагается над залежью андезитовых порфиритов и занимает определенное положение: на контакте или в области контакта сокольной и ильинской свит. Мощность её невыдержана и колеблется в широких пределах – от первых метров до нескольких сотен метров. На крайнем северо-западном фланге Обручевского месторождения происходит резкое увеличение мощности тела кварцевых альбитофиров. По данным скважин № 1790 и 2160, 2186 и 2046 подошва тела этих образований опускается до горизонта +150м и даже до горизонта +90 метров, до уровня рудной зоны месторождения, срезая её и рудные тела Северной залежи. В этом районе предполагается наличие канальной (корневой) части, по которой в сокольное время происходило поступление расплавов кварцевых альбитофиров и излияние их (в подводных условиях) на поверхность морского дна, обусловивших формирование достаточно выдержанного по площади рудного поля горизонта так называемых «кварцевых кератофиров». Причём в области канала, а также вдоль нижней границы тела кварцевые альбитофиры обнаруживают все признаки интрузивных образований, занимая секущее положение по отношению к напластованиям других пород и образований. Обширная часть вокруг канала охвачена интенсивными гидротермальными изменениями в низах сокольной свиты и в области контакта её с ильинской свитой.

В восточном направлении распространение этих пород ограничено палеоповерхностью склона Колотушинского вулканического сооружения, где они, резко уменьшаясь в мощности, за пределами участка выклиниваются. В западном и северо-западном направлениях их покров имеет переменную мощность (до 400-500м) и охватывает практически всю площадь Лениногорского рудного поля, включая его западный фланг и участок Риддер-Сокольного месторождения. Других подобных каналов поступления лавовых

масс кварцевых альбитофиров этого комплекса в пределах рудного поля достоверно не установлено.

В строении залежи кварцевых альбитофиров отмечается следующая закономерность: верхние части сложены преимущественно брекчиевиднопятнистыми, иногда туфовидными разностями, а нижние – однородными, фельзитовидными. Поэтому для пород данного комплекса характерной особенностью является широкое разнообразие структурно-текстурных признаков (от массивных однородных до флюидално-полосчатых, струйчато-пятнистых, брекчиевидных и туфовидных) и развитие метасоматических процессов. Химический состав этих пород широко варьирует по содержанию кремнезема, железа, магния, хрома, кальция и щелочных металлов. По мнению некоторых исследований, определенная часть пород этого комплекса может иметь метасоматическую природу. Тела кварцевых альбитофиров мощностью 20-60 метров вскрываются также на западном фланге Северной залежи среди осадочных отложений крюковской свиты и могут иметь как пологое, так и крутое, секущее залегание.

Комплекс диабазов и диабазовых порфиритов ($\beta\pi C_1$) представлен субсогласными телами, залегающими в отложениях сокольной свиты и имеющими мощность от первых метров до первых десятков метров. Внутренние части тел обычно несколько более раскристаллизованы, чем краевые. В экзоконтактах, как правило, отмечаются маломощные (до 1-2м) зоны ороговикования.

Аналогичную позицию и характер залегания имеют и *гранитоиды змеиногорского комплекса ($\gamma\pi C_3-P_1$)*. Наиболее крупные их тела, имеющие мощность свыше 100-150м, выходят на эрозионный срез в южной, западной и юго-восточной частях участка месторождения, сложены среднезернистыми и мелкозернистыми гранитами. Мелкие силлообразные тела (мощностью от 1-2 до десятков метров) и краевые части крупных залежей представлены плагиогранит-порфирами (гранофирами). На северо-западном фланге участка

Обручевского месторождения они обнажаются на дневной поверхности в виде сопки Чащевитки.

Иногда залежи андезитовых порфиров и кварцевых альбитофиров разделены между собой маломощным (3-12м) горизонтом рифогенных органогенных известняков, образование которых связано с наличием мощного теплового потока в морских условиях над Колотушинским палеовулканическим центром. Тело кварцевых альбитофиров имеет наибольшие мощности в понижениях кровли тела андезитовых порфиров одновременно образуя куполообразные поднятия.

1.3.3. Тектоника

Современная структура Обручевского месторождения, также как и всего Лениногорского рудного поля, формировалась в течение длительного времени в результате последовательного проявления различных этапов осадконакопления, вулканизма, метасоматоза и рудоотложения, воздействия разновозрастных и разнонаправленных тектонических процессов.

Структурно-тектонические особенности участка месторождения определяются его положением в крайней южной части рудного поля в области устойчивого пологого погружения к югу структур вблизи крупного Обручевского разлома и приуроченного вместе с Ново-Лениногорским месторождением к структурам слабо выраженной (из-за пологих углов наклона крыльев) Южной антиклинали. Последняя выделена в пределах юго-восточной части Лениногорского рудного поля, наряду с Северной антиклиналью (вмещающей Риддер-Сокольное и Бахрушинское месторождения) и разделяющим их прогибом - так называемой Центральной синклиналью, к северному крылу которой, осложненному брахиформными складками более высоких порядков и тектоническими нарушениями приурочено Долинное месторождение. Оси этих складок занимают ортогональное положение по отношению к осевой части Синюшинского антиклинория.

Если оруденение Ново-Лениногорского месторождения находится непосредственно над поверхностью одноименного палеовулканического центра кислого состава (липарито – дацитовые порфиры и их брекчии), то рудная зона и оруденение Обручевского месторождения расположены на значительном удалении (4,5 км) от этого центра, хотя оба они, по-видимому, связаны общностью рудно – магматического очага.

Для участка Обручевского месторождения, также как и для Ново-Лениногорского месторождения характерно проявление двух основных разнонаправленных деформаций: ранней (каледонской), обусловившей формирование пологих пликативных структур северо-восточной ориентировки, и поздней (герцинской), связанной с образованием Северо - Восточной зоны смятия и пликативных структур северо-западного простирания, накладывающихся на ранние северо–восточные. Ориентировка этих пликативных структур вероятно, обусловила проявление анизотропии в распределении полезных компонентов в рудных телах Обручевского месторождения, также как и на Риддер-Сокольном, Ново-Лениногорском и Долинном месторождениях.

Эрозионная поверхность на участке месторождения полого (в среднем под углом 7^0) равномерно погружается к югу по направлению к подножью Ивановского хребта (и Обручевскому разлому). Если на северном фланге участка в районе скв. 1775-1958 гипсометрические отметки её составляют 880-890 метров, то на южном фланге в районе скважин 2072 – 2048 – 690 метров, т.е. вертикальная амплитуда погружения достигает 200 метров. Это погружение компенсируется мощностью рыхлых отложений, увеличивающейся с севера на юг, где она достигает 450-480м.

На крайнем северо-западном фланге участка рельеф кровли палеозойских образований испытывает воздымание в районе сопки Чащевитки, гипсометрическая отметка которой достигает 970 метров, а мощность рыхлых

отложений здесь резко уменьшается (от 0 до 3-5м). Этот участок представляется благоприятным для размещения шахтных стволов.

На эрозионную поверхность выходят гранитоиды, обрамляющие участок с запада, юга и юго-востока, кварцевые альбитофиры, образующие изометричной формы контур в центральной части участка. Остальную часть площади слагают терригенные образования сокольной свиты, а также силлообразные тела диабазовых порфиритов (чертеж 4). Отложения ильинской, крюковской и лениногорской свит на участке месторождения не обнажаются. Андезитовые порфириты Колотушинского палеовулканического сооружения имеют выходы на эрозионный срез в 250-300м к северо-востоку от контура участка.

Породы сокольной свиты на участке месторождения полностью унаследуют более ранние вулканические структуры, образованные залежью кварцевых альбитофиров и поверхностью андезитовых порфиритов, над которыми в ильинское–сокольное время сформировалась постройка рифогенных известняков мощностью от 30 до 170 метров, имеющая размеры в плане более 2 х 1 км. Значительная часть этих известняков в районе Обручевского месторождения уничтожена внедрившимися позднее кварцевыми альбитофирами. От первоначально мощной и цельной рифогенной постройки здесь остались лишь её фрагменты, залегающие не повсеместно в подошве тела кварцевых альбитофиров и его кровле.

В образованиях сокольной свиты картируются две сопряженные асимметричные складки: антиклинальная и синклинальная, оси которых имеют северо-западную ориентировку: первой по азимуту 340° , второй – 320° . Расстояние между этими осями от 270м на северо-западе до 750м на юго-востоке.

Северо-восточные крылья складок более крутые и направлены на северо-восток под углами от 15-20 до 30° , а юго-западные – более пологие.

Породы здесь наклонены на юго-запад под углами от $0-5^{\circ}$ (в синклинали) до 10° (в антиклинали). Вертикальные амплитуды складок составляют 30-70м.

Ориентировка осей складок в породах сокольной свиты аналогична таковой, установленной ранее в подобных складках на участке Ново-Лениногорского месторождения, и обусловлена проявлением поздних дислокаций, сопряженных с формированием складчатых структур Синюшинского антиклинория и Северо - Восточной зоны смятия, также имеющих северо-западную ориентировку ($315-335^{\circ}$).

Пликативные структуры в разрезе отложений ильинской и крюковской свит проявлены менее отчетливо в связи с осложнением их субвулканическими и эффузивными телами андезитовых порфиров и кварцевых альбитофиров. Тем не менее, на плане изолиний кровли крюковской свиты в наиболее детально изученной части месторождения достаточно отчетливо устанавливается серия мелких кулисно расположенных брахиформных слабо удлиненных в северо-западном направлении как антиклинальных, так и синклинальных складок, осложняющих общее пологое погружение этой поверхности на юг. Размеры этих складок: длина от 70 до 400м, ширина от 40 до 100 метров, вертикальная амплитуда от 400 до 120 метров. К этим поднятиям тяготеют рудные залежи месторождения. Картирование подобных мелких структур возможно лишь при повышенной плотности разведочной сети (50 x 50м и более). На других участках месторождения, где сеть скважин более редкая (100 x 100м и реже), выявление подобных складок практически невозможно.

Имея северо-западную ориентировку осей (320°), эти складки осложняют валообразное поднятие в структуре образований крюковской свиты, имеющее субмеридиональное простирание.

Анализ особенностей поведения поверхности кровли крюковской свиты и проявления оруденения позволяет предполагать наличие малоамплитудных разрывных нарушений субширотной и северо-восточной ориентировки как

дорудных, так и пострудных, которые могут осложнять рудную зону и рудные тела в ней.

Область «прогибания» подошвы андезитовых порфиров шириной 250-300 метров устойчиво прослеживается в субмеридиональном направлении к востоку от положения рудных залежей. Кроме того, в виде локальных прогибов размером от 40 до 150-200 метров андезиты опускаются ниже поверхности кровли крюковской свиты к югу и северу от скважины № 1798, а также в районе скважины 2600 (в северной части Южной залежи).

Свои особенности имеет поверхность подошвы залежи кварцевых альбитофиров, которая характеризуется сложным, неоднородным строением с плавным, как пологим, так и крутым погружением на юг под углами от $20-25^{\circ}$ до $40-45^{\circ}$ (в юго-западной части участка). В северо-западной части участка в области проявления штокообразного тела (район скважин 2160 и 1790) их подошва в виде конусообразного контура погружается под углами $40-66^{\circ}$ до отметки +90 метров.

Поверхность кровли тела кварцевых альбитофиров также осложнена поднятиями и прогибаниями северо-западной ориентировки, которые, как отмечалось, унаследованы в структурах отложений сокольной свиты. В южной, менее детально изученной части участка месторождения, поверхность кровли альбитофиров относительно полого (под углом 25°) погружается на юг и юго-восток. Причём простираение изолиний как в кровле, так и в подошве этого тела в северо – восточном углу карты м-ба 1:2000, где его мощность не превышает 100м, идентично и подчиняется общим структурам поверхности Колотушинского палеовулканического сооружения, тогда как к юго-западу и югу характер их резко меняется.

Разрывная тектоника на участке месторождения в рудной зоне, проявлена в виде широких зон разноориентированной трещиноватости, иногда сопровождающейся зеркалами скольжения, локальными зонами расщепления, связанными возможно с формированием крупной разрывной

структуры – Обручевского разлома, расположенного в 1 км к югу от месторождения. Непосредственно на месторождении разрывные структуры достоверно не выявлены, хотя наличие незначительных по амплитуде смещений пород и руд разломов не исключается.

Структура кровли крюковской свиты отражает следы воздействия стрессовых напряжений двух направлений – северо–западного и северо–восточного. Кроме того, значительное тектоническое воздействие на рудную зону, по-видимому, оказывали при своем внедрении субвулканические андезитовые порфириты, подошва залежи которых, волнообразно погружаясь, срезает верхнюю часть разреза рудовмещающих структур вместе с расположенными в них рудными телами.

В Южной части месторождения под воздействием уступообразного тела андезитов происходило смятие кровли и рудоносной части разреза крюковской свиты с образованием серии мелких малоамплитудных куполовидных складок, как антиклиналей, так и синклиналей, оси которых ориентированы в северо–западном и северо-восточном направлениях.

Кроме того, здесь возможно также проявление нескольких малоамплитудных тектонических нарушений близширотной ориентировки, одно из которых расположено к югу от Северной залежи, другое в южной части Южной залежи. Не исключается наличие и других подобных разломов в Центральном блоке, расположенном между Южной и Северной залежами и изученном по более редкой сети скважин.

По целому ряду скважин (2627к, 2627з, 2569ж, 2563з и др.) на Южной залежи установлено проявление тектоники в виде интенсивного дробления хрупких (окремненных и окварцованных) разностей вмещающих пород до состояния щебня и дресвы, с ориентировкой трещин под различными углами к оси керна, смятия и интенсивного брекчирования пластичных (скважина 2569м) разностей (карбонатизированных и серицитизированных алевролитов, метасоматитов серицито–хлоритового и доломит–серицит–кварцевого состава).

Повышенная хаотично ориентированная трещиноватость пород с плоскостями скольжения отмечается ниже подошвы андезитовых порфиров, иногда затрагивая и эти породы, а также проявлена в середине рудной зоны как в прожилково-вкрапленных, так и в сплошных рудах. Здесь преобладают трещины, ориентированные поперек оси керна.

Для нижней части рудной зоны характерна самая разнообразная ориентировка рудных прожилков (от 0-20 до 40-60° к оси керна) как вдоль реликтов слоистости, ориентированной под углами 25-50°, так и вкрест неё.

По скважине № 2542, расположенной на юго-западном фланге месторождения, в интервале 1092,5-1109,5м вскрыта зона дробления, в которой алевролиты и песчаники разрушены до состояния щебня.

1.3.4. Метаморфизм

Как установлено исследованиями последних лет, процессы метаморфических изменений вулканогенно-осадочных толщ чрезвычайно широко развиты как в целом по району, так и в пределах Лениногорского рудного поля, включая и участок Обручевского месторождения.

Наложение различных типов и фаз метаморфизма затрудняет их выделение и определение зональности проявления.

В различных частях разреза и в различных литологических разностях Обручевского месторождения установлены проявления контактового, гидротермального и динамического метаморфизма, а также процессов околорудного гидротермально-метасоматического преобразования вмещающих пород.

Контактный метаморфизм связан с внедрением субвулканических тел и обычно проявляется в виде маломощных (от 0,1-0,5 до 2-3м) зон экзоконтактной закалки, ороговикования вмещающих пород, в появлении узких ореолов интенсивной серицитизации и хлоритизации, сопровождающих образующиеся иногда вдоль контактов зоны повышенной трещиноватости. На юго-восточном фланге месторождения в апикальной части мощного

пластообразно залегающего тела диабазов в низах сокольной свиты отмечается проявление скарнирования с развитием гранат–магнетит-пирит-кварц-эпидот-кальцит-хлоритовых минеральных ассоциаций, которые придают породе пестрый, неоднородный (по окраске и составу) облик. Скарноиды характеризуются пятнистой, пятнисто-полосчатой, брекчиевидной текстурами.

Скарны развиваются по брекчиям обильноминдалекаменных (в миндалинах карбонат) базальтов, сложенных обломками с размерами 5-40 мм. Участки скарнирования представлены зонами мощностью до 0,5м, где количество эпидота достигает 30%, карбоната – 20%, граната – 3%. Часто здесь присутствует гематит как в виде тонкодисперсной вкрапленности, так и виде мономинеральных гнёзд.

Динамометаморфизм на рудном поле проявлен локально, в основном в пределах Северного надвига и Обручевского взброса, в виде мощных зон интенсивного рассланцевания, брекчирования, катаклаза и милонитизации. Слабая изученность Обручевского взброса и прилегающего к нему южного фланга месторождения не позволяет дать полную характеристику проявленным здесь процессам динамометаморфизма. Ранее проведенными буровыми работами за пределами участка месторождения в районе этого взброса в гранитах Ивановского массива были вскрыты зоны катаклаза и дробления мощностью свыше 100м. Скважиной № 1783, расположенной в 1100м к юго-западу от южной границы месторождения, в интервале 773,6-1163,0м вблизи взброса установлены крутопадающие зоны рассланцевания и милонитизации мощностью не менее 100-120 метров, достаточно четко фиксирующиеся в поле метода заряда. Интенсивному рассланцеванию (до III – IV классов) здесь подвергнута практически вся вскрытая скважиной 1783 толща пород ильинской свиты, вовлеченная в приразломную флексуорообразную складчатую структуру с аномально ориентированным крутым залеганием слоев (под углами 60-80° на север). Во вскрытых ниже отложениях крюковской свиты (в интервале 1213-1785м), а также у контакта её с ильинской свитой отмечено развитие бедного

полиметаллического, а ниже - существенно медного оруденения (с содержаниями Cu, Pb, Zn от 0,5 до 6,0%).

Обломочный материал в псефитовых разностях туфогенных кластических пород в зонах рассланцевания претерпел переориентировку, разлинзование, а цементирующий базис – перекристаллизацию с широким развитием лепидогранобластовых и лепидобластовых структур.

Аутометаморфические (аутометасоматические) преобразования особенно широко развиты в телах среднедевонских липаритовых порфиров (кварцевых альбитофиров) и в вулканогенно-осадочных породах.

Гидротермально-метасоматические изменения пород на месторождении наиболее широко проявлены в отложениях крюковской свиты и находятся в тесной пространственной (и генетической) связи с оруденением. Типичными минеральными парагенезисами гидротермальных метасоматитов являются кварц, серицит, реже хлорит, карбонат и полевые шпаты в различных соотношениях, варьирующих от полиминеральных до мономинеральных ассоциаций. Преобладают серицито - кварцевые, хлорит – серицит – кварцевые с карбонатом или существенно – кварцевые ассоциации. По характеру проявления и конечным продуктам преобразования изменения данного типа могут быть отнесены к серицит – кварцевым метасоматитам. Как показывают данные ранее проведенных исследований по рудному полю, общая направленность процесса идет в сторону увеличения кремнистости. В размещении метасоматитов намечается определенная вертикальная латеральная зональность.

Околорудно–измененные породы можно разделить на метасоматиты двух стадий: выщелачивания и осаждения. Среди первых намечается метасоматическая колонка, выраженная в закономерной смене кварцитов серицит–кварцевыми, и затем серицит–хлорит–кварцевыми породами. Среди метасоматитов стадии осаждения наиболее распространены серицит–хлорит–кварцевые породы, представленные агрегатом перечисленных минералов

пятнистой и брекчиевидной текстур. Степень проявления вторичных изменений различная – от слабоизмененных пород (обычно алевролитов, песчаников, гравелитов) до адиагностичных пятнистых образований. Мощность этих пород достигает первых десятков метров. Кварциты и серициты – кварцевые породы распространены значительно реже и тесно ассоциируют друг с другом. Кварциты имеют обычно массивную текстуру, серициты – кварцевые породы – пятнистую. Метасоматиты стадии осаждения выше по разрезу перекрываются сплошными рудами. Среди последних полиметаллические руды тяготеют к более фронтальной зоне, сложенной сплошными сульфидами.

Непосредственно среди метасоматических ассоциаций рудной зоны такие минералы как альбит, эпидот, гематит не установлены. Однако наблюдается их закономерное положение внутри базальтов (андезитовых порфириров), перекрывающих рудную зону: здесь сначала появляется эпидот, затем гематит, к верхним частям тяготеет альбит. Не исключается, что подобная закономерность является результатом рудно-гидротермального процесса и подобную смену минеральных ассоциаций можно рассматривать как проявление метасоматической зональности во фронтальной части колонки.

Особую позицию, по данным Пелевина А.Т. и др. (1991г.), занимают минералы группы карбоната, поскольку они часто являются наложенными на другие породы, включая кварциты. Среди карбонатов по морфологии выделений можно наметить несколько типов: прожилки, изометричные гнёзда, вкрапленники ромбической формы, псевдоморфозы по фауне.

В северной части месторождения проявлен кремне – щелочной метасоматоз, довольно резко сменяющийся в южной части железо – магниальным. В связи с этим для вмещающих пород Северной залежи характерно окварцевание и серицитизация (серициты-кварцевые породы, микрокварциты), а оруденение здесь характеризуется полиметаллическим, существенно свинцово-цинковым составом и низкими содержаниями меди. Как и на Южной залежи, здесь в метасоматитах присутствует в виде оолитов

карбонат или кварц – карбонатный агрегат, образующий при слиянии прожилковидные и сплошные участки, за счёт которых порода приобретает неоднородный брекчиевидный облик. На Северной залежи оолитовые образования обычно безрудны.

Для вмещающих пород Южной залежи свойственна интенсивная хлоритизация с образованием значительных масс хлоритолитов, с которыми связаны более высокомедистые, колчеданные и обогащенные цинком руды. Помимо хлорита в той или иной степени проявлены серицит, кварц или карбонат. К северу происходит замещение карбонат–хлоритовых и серицит–хлоритовых ассоциаций серицито–кварцевыми, а в периферических частях в других направлениях на разных уровнях появляются кварциты или серицито–кварцевые породы.

1.3.5. Характеристика оруденения

Известное к настоящему времени сульфидное полиметаллическое и колчеданно-полиметаллическое оруденение Обручевского месторождения имеет пологое, близгоризонтальное залегание. Оно сконцентрировано в двух залежах – Северной и Южной, приуроченных к локальным поднятиям в структурах крюковской свиты, а также в пределах Центрального участка, соединяющего эти залежи. Между залежами, расположенными на удалении около 500 метров друг от друга, устойчиво прослеживается рудная зона преимущественно с бедным, в основном забалансовым оруденением, изученная по относительно редкой сети скважин. Наряду с забалансовыми полиметаллическими рудами отдельными скважинами здесь выявлены проявления богатых золото – серебросодержащих полиметаллических руд, дальнейшее изучение которых по более детальной сети может привести к выявлению более мощных компактных скоплений богатых руд.

Оруденение Обручевского месторождения локализуется в пределах основного рудоносного уровня Лениногорского рудного поля – в крюковской

свите и залегает на глубинах от 850-920м от дневной поверхности на Северной залежи до 930 – 1155м на Южной залежи.

Увеличение глубины залегания с севера на юг связано как с воздыманием рельефа поверхности, так и с пологим погружением рудоносных структур в этом направлении вместе с кровлей крюковской свиты. Общий размах оруденения Обручевского месторождения по вертикали, по сравнению с другими месторождениями рудного поля, относительно не велик: на Северной залежи он составляет 60-80метров, увеличиваясь на южном фланге Южной залежи до 110-140 и даже до 160 метров.

В соответствии с кондициями, разработанными в 2003 году АО «Казцинк», на Обручевском месторождении на каждой залежи выделены по три основных рудных тела, залегающих в интенсивно гидротермально измененных осадочных, реже туфогенно-осадочных породах и метасоматитах кварц–серицитового и кварц-карбонат-серицит-хлоритового состава. Установлен также ряд мелких рудных тел, расположенных на более глубоких горизонтах.

Оруденение имеет полиметаллический состав, изменяющийся от существенно свинцово-цинкового до медно-цинкового. Среди медно-цинковых разностей выделяются существенно медные и существенно цинковые руды. Для линз богатых руд характерен колчеданно-полиметаллический состав.

Характерной особенностью руд Северной залежи являются повышенные содержания в них серебра относительно других элементов. Однако наиболее богатые серебром и золотом руды отмечаются на Южной залежи.

Распределение золота и серебра в пределах тел не коррелируется с распределением цветных металлов. Значения содержаний золота в большинстве проб колеблется от 0,1-0,2 г/т до первых г/т по мере приближения к верхней части рудного тела № 1, достигая в верхних рудных интервалах некоторых скважин первых десятков г/т. Наиболее распространенные содержания серебра в пробах находятся в пределах от первых г/т до первых десятков г/т, достигая в верхних частях рудных тел 1-14 нескольких сотен г/т. Мощность рудных

интервалов, характеризующихся повышенными концентрациями золота и серебра, обычно не превышает первых метров (от 1-3 до 10-15м), достигая по отдельным пересечениям 20-40 метров.

Повышенные содержания золота отмечены и в южной части рудных тел № 3 (по скважине 2627и – 7,2 г/т), что дает основание предполагать наличие в южной части месторождения одного из каналов, вдоль которого происходило поступление золота. Таких каналов, по-видимому, несколько. Один из них сформировал золотое оруденение в районе рудного столба северо-западной ориентировки.

В пределах рудной зоны как Северной, так и Южной залежей выделен ряд рудных тел, сложенных малосульфидными золотосодержащими рудами, в которых содержания меди, свинца и цинка в сумме не превышают 0,3 – 0,5%, а золота достигают 0,5-20,0 г/т. Запасы этих руд оценены отдельно.

Для вмещающих пород Северной залежи более характерно окварцевание серицитизация и отчётливое преобладание серицита и кварца в составе метасоматитов. Оруденение имеет преимущественно полиметаллический (галенит-сфалеритовый) состав с низкими содержаниями меди. Для Южной залежи характерно проявление интенсивной хлоритизации с образованием скоплений хлоритолитов, с которыми связаны более высокомедистые, колчеданные и обогащенные цинком разности руд, развитие более богатого по содержанию сульфидов оруденения, где доля богатых (сплошных) колчеданно-полиметаллических руд составляет 39,7% от общих запасов этой залежи, тогда как в Северной залежи их количество лишь 20,1% от запасов этой залежи.

Таблица 1.3. Параметры основных рудных тел Обручевского месторождения

№№ рудных тел	Залежь №№ блоков кат.С ₁ и С ₂	Размеры рудных тел, м			Средние содержания <u>Суммарные запасы руды и металлов</u> Доля в % от общих запасов кат. С ₁ + С ₂							Плотность разведочной сети, м		
		Дли на	Ширина	Мощность <u>от –до</u> средняя									В блоках	
					Cu, % т	Pb, % т	Zn, % т	Au, <u>г/т</u> кг	Ag, <u>г/т</u> кг	Сумма Cu, Pb, Zn, <u>%</u> т	<u>усл.Zn.</u> руда,т	кат. С ₁	кат.С ₂	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Северная залежь 1С ₁ -20	450	100-200	<u>0,48-7,06</u> 3,04	<u>0,48</u> <u>65,1</u> 1,33	<u>2,53</u> <u>3438,5</u> 2,02	<u>4,82</u> <u>6671,1</u> 1,61	<u>0,92</u> <u>127,00</u> 1,65	<u>130,17</u> <u>18001,36</u> 5,96	<u>7,83</u> <u>10834,7</u> 1,70	<u>6,20</u> <u>138294,8</u> 3,04	35-50х 40-50	80- 120х100	
1	Южная залежь. 1С ₁ -21 1С ₁ -22	350	250-300	<u>0,74-42,79</u> 9,59	<u>1,10</u> <u>22265,4</u>	<u>3,54</u> <u>71792,3</u>	<u>9,31</u> <u>188800,4</u>	<u>0,82</u> <u>1666,75</u>	<u>45,21</u> <u>91645,4</u>	<u>13,95</u> <u>282858,1</u>	<u>12,00</u> <u>2027036,3</u>	25-40х 40-60	-	

					44,74	41,51	45,66	21,64	30,36	44,46	44,58		
1	Центральный участок 1C ₂ -25	160	150	<u>2,46</u> 2,46	<u>0,70</u> <u>731,4</u> 1,47	<u>2,67</u> <u>2789,8</u> 1,61	5,40 <u>5642,2</u> 1,36	<u>2,07</u> <u>216,29</u> 2,81	<u>709,80</u> <u>74164,00</u> 24,57	<u>9,47</u> <u>9163,4</u> 1,44	<u>7,19</u> 104485,5 2,30	-	120x160
	Итого по р.т. 1				<u>1,04</u> <u>23661,9</u> 47,54	<u>3,44</u> <u>78080,6</u> 45,14	8,86 201113,7 48,63	<u>0,88</u> <u>2010,04</u> 26,10	<u>80,98</u> <u>183810,76</u> 60,89	<u>13,34</u> <u>302856,2</u> 47,60	<u>11,42</u> <u>2269816,6</u> 49,92		
2	Южная залежь 2C ₁ -29 2C ₁ -30 2C ₁ -31 2C ₂ -32 2C ₂ -35 2C ₂ -36	>580	240-350	<u>0,76-27,67</u> 6,51	<u>1,25</u> <u>24143,1</u> 48,51	<u>4,45</u> <u>85751,3</u> 49,58	<u>9,97</u> <u>191971,1</u> 46,42	<u>2,87</u> <u>5523,42</u> 71,70	<u>58,34</u> <u>112381,64</u> 37,23	<u>15,67</u> <u>301865,5</u> 47,44	<u>13,11</u> <u>1926246,9</u> 42,36	от 10-15х 25-40 до 20- 60х 20-70	60-140х 60-120
	Итого по р.т. 1 и 2				<u>1,14</u>	<u>3,90</u>	<u>9,37</u>	<u>1,80</u>	<u>70,59</u>	<u>14,41</u>	<u>12,20</u>		

					<u>4785,0</u> 96,06	<u>163831,9</u> 94,72	<u>393084,8</u> 95,06	<u>7533,46</u> 97,80	<u>296192,40</u> 98,12	<u>604721,7</u> 95,04	<u>4196063,5</u> 92,27		
3	Южная залежь 3C ₂ -38 3C ₂ -41	500	от 110- 140 до 300	<u>0,86-9,25</u> 6,68	<u>0,57</u> <u>795,4</u> 1,60	<u>1,38</u> <u>1913,6</u> 1,11	<u>4,45</u> <u>6165,8</u> 1,49	<u>0,20</u> <u>28,05</u> 0,36	<u>8,39</u> <u>1161,85</u> 0,38	<u>6,40</u> <u>8874,8</u> 1,39	<u>5,75</u> <u>138484,8</u> 3,04	35-40x 25-50	40x60- 100
14	Южная залежь 14C ₂ – 51 14C ₂ – 52	110 340	50 20-75	<u>0,60-10,34</u> 4,52	<u>0,54</u> <u>1056,3</u> 2,12	<u>3,69</u> <u>7174,2</u> 4,15	<u>6,94</u> <u>13516,8</u> 3,27	<u>0,71</u> <u>138,13</u> 1,79	<u>22,67</u> <u>4411,66</u> 1,46	<u>11,17</u> <u>21747,3</u> 3,44	<u>8,65</u> <u>194626,4</u> 4,28		40-100x 25-50
	Всего по р.т. 1,2,3,14				<u>1,10</u> <u>49656,7</u> 99,78	<u>3,82</u> <u>172919,7</u> 92,98	<u>9,11</u> <u>412767,4</u> 99,82	<u>1,70</u> <u>7699,64</u> 99,996	<u>66,63</u> <u>301765,91</u> 99,97	<u>14,03</u> <u>635343,8</u> 99,86	<u>11,85</u> <u>4529174,7</u> 99,6		

1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ

1.4.1. Топографо-геодезические работы.

Район Обручевского месторождения обеспечен топографическими картами масштабов 1:25000, 1: 50000, 1:100000 и планами 1:2000.

На участке Обручевского месторождения имеется 2 пункта гостриангуляции: «Чашевитка» – 3 класса, «Чесноковка» - 4 класса. Опорные пункты гостриангуляции удалены от участка на расстояние до 4 км. При производстве детальных геологоразведочных работ, в дополнение к пунктам государственного обоснования, геодезистами экспедиции создано геодезическое съемочное обоснование (плановое и высотное) в количестве 10 пунктов, которое развивалось от пунктов высших классов (разрядов) прямыми, обратными и комбинированными засечками, вставками отдельных пунктов, уединенными треугольниками (таблица 1.4.).

Таблица 1.4. Объёмы выполненных топографо – геодезических работ

№ № пп	Виды работ	Ед. изм.	О б ъ ё м					
			всего	В том числе				
				Поисковые работы		Поисково-оценочные работы		Предварительная разведка
				г/з № 51	г/з № 58	г/з № 71	г/з № 70	г/з № 81
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Перенесение в натуру проектных точек буровых скважин	точка	57	4	23	18	3	9
2	Координирование (привязка) буровых скважин методом аналитических засечек с передачей высот тригонометрическим нивелированием	скв.	57	4	23	18	3	9
3	Определение пунктов съемочного геодезического обоснования		10	2	4	4	-	-

Измерение горизонтальных углов на пунктах геодезического съёмочного обоснования производилось теодолитами (Theo 020 ИТ-5к) 6" точности двумя круговыми приемами, с перестановкой лимба на 90^0 между приемами. Разница значений углов между полуприемами не превышала 12". Средняя квадратическая ошибка положения точек съёмочного обоснования относительно исходных пунктов не превышала в плане $\pm 0,2$ м и по высоте $\pm 0,15$ м.

Все пункты геодезического съёмочного обоснования закреплены постоянными (долговременными) центрами. Тип центра: металлическая труба длиной 1,20 – 1,50м с якорем, который обеспечивает сохранность пунктов и удовлетворяет требованиям "Положения о порядке передачи месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения".

Выноска на местность проектных точек буровых скважин производилась от ближайших пунктов съёмочного обоснования, тахеометрическими и теодолитными ходами. Исходные координаты проектных скважин снимались графически с геологических карт масштаба 1:2000. Средняя ошибка перенесения в натуру скважин составляет ± 2 м.

Координирование (привязка) буровых скважин производилось от точек съёмочного обоснования и пунктов триангуляции осуществлялось обратными засечками по четырем пунктам, уединенными треугольниками и вставками отдельных пунктов съёмочной сети.

Угловые измерения выполнялись теодолитами «Т-5к» и Theo 020» 6" точности. Наблюдение горизонтальных направлений производилось двумя круговыми приемами. Отметки на скважины передавались тригонометрическим нивелированием не менее чем с двух пунктов геодезического обоснования. Расхождения значений вертикальных углов из приёмов допускалось не более ± 1 м. Средняя квадратическая ошибка положения скважин относительно исходных пунктов не превышала в плане $\pm 1,0$ м и по высоте $\pm 0,25$ м.

Внутренний контроль полевых и камеральных топографо – геодезических работ проводился ежемесячно старшими геодезистами экспедиции. Внешний контроль – старшими геодезистами ОМЭ ПГО.

Выполненные полевые и камеральные работы, принятые по актам с хорошей оценкой, полнотой, достоверностью, качеством, отвечают требованиям «Инструкции по топографо – геодезическому обеспечению геологоразведочных работ», (издание МГ СССР 1984 года). Объёмы выполненных на участке Обручевского месторождения полевых топографо – геодезических работ за период его изучения приведены в таблице 1.4.

1.4.2. Задачи, методика и объёмы геофизических работ.

При попытке критически подойти к применяемому ранее комплексу геофизических работ был выработан оптимальный комплекс геофизических работ, включающий методы каротажа скважин (РРК, ГК, ГГК-п, КС, ТФГИ) и скважинной геофизики (МЗ, МЭК, РВП, ЕП). Геофизические исследования в комплексе с буровыми работами проводятся с целью повышения достоверности результатов предварительной разведки.

В пробуренных скважинах выполняется комплекс геофизических исследований (ГК, ГГК-п, КС, РРК, ТФГИ, термометрия, инклинометрия) и скважинных геофизических методов (РВП, ЕП, МЗ в различных модификациях) для решения поставленных задач: поисков полиметаллического оруденения в околоскважинном пространстве, оценки условий залегания горных пород, уточнения положения и выделения интервалов сульфидной минерализации по скважинам, литологического расчленения и петрографической характеристики горных пород, оценки качества оруденения в естественном залегании, характеристики размеров и пространственного положения рудных и тектонически ослабленных зон.

1.4.3. Отбор и обработка проб.

В процессе проведения поисково-оценочных работ и предварительной разведки для изучения качественного и количественного состава оруденения,

характера пространственного распределения основных и сопутствующих компонентов, выполняются различные виды опробования: отбор керновых, пунктирно-точечных (геохимических) групповых проб на редкие и рассеянные элементы, технологические пробы. Кроме того, осуществляется отбор образцов и сколков для изготовления прозрачных и полированных шлифов, образцов для определения объёмного веса.

Опробование осуществляется преимущественно путем полного забора в пробу керна как при бурении диаметром 59мм, так и диаметром 76 мм. Керна для технологического опробования распиливается вдоль длинной оси алмазной пилой на две равноценные половинки с последующим забором одной из них в керновые, а второй – в технологические пробы. Все керновые пробы, за исключением интервалов сильно трещиноватых пород и руд, подвергаются гидростатическому взвешиванию.

Пунктирно-точечные (геохимические) пробы отбираются с целью изучения геохимической характеристики вмещающих пород. Навески этих проб (250-300г) состояются из сколков керна, отобранных в виде пунктирно-точечной борозды равномерно по опробуемому интервалу. Длина последнего не превышает 7-10 метров. Средняя длина геохимической пробы составляет 9,2м.

Отбор *технологических проб* – малообъёмных, лабораторных и укрупненно-лабораторной осуществляется на стадиях поисково-оценочных работ и предварительной разведки путём взятия нескольких частных навесок из вторых половинок распиленного керна, из измельченных остатков от сокращения при обработке керновых проб, а также путем полного забора керна специально пройденных отклоняющихся технологических стволов.

Отбор образцов для определения объёмного веса, влажности и пористости руд осуществлялся из керна разведочных скважин. Образцы подвергаются парафинированию для сохранения естественной влажности с

последующим их дроблением и выполнением химического и пробирного анализов на Cu, Pb, Zn, Au, Ag.

1.4.4. Химико-аналитические работы.

В условиях лабораторных исследований проводятся спектральный полуколичественный анализ всех керновых и геохимических проб, химический анализ на медь, свинец и цинк, спектрозолотометрический анализ керновых проб, химический анализ на барий, пробирный анализ на золото и серебро, групповые пробы на редкие и рассеянные элементы.

Методики производства анализов являются общепринятыми, описанными в соответствующих инструкциях.

На химический и одновременно на пробирный анализ отправляются пробы с содержанием по данным спектрального анализа меди, свинца или цинка более 0,3%. Оставшиеся пробы отбраковываются полуколичественным спектрозолотометрическим анализом, по результатам которого на пробирный анализ направляются пробы с содержанием золота 0,3 г/т и более.

Рентгенорадиометрическому анализу подвергаются пробы с содержанием бария по спектральному анализу более 1%.

Групповые пробы анализируются на медь, свинец, цинк, барий, кадмий, висмут, селен, теллур, сурьму, мышьяк, германий, галлий, таллий, индий, ртуть, железо, молибден, кобальт, серу общую и сульфидную.

1.5. Методика, условия и объёмы проведения буровых разведочных работ

Основным методом изучения Обручевского месторождения являются буровые работы, которые осуществляются в комплексе с геофизическими исследованиями. Также как и на Ново-Лениногорском и Долинном месторождениях, где оруденение залегает на значительных глубинах от поверхности, на Обручевском месторождении широкое применение получило многоствольное направленное бурение, в значительной мере повысившее точность проводки скважин и обеспечившее сокращение времени, физических

объёмов и средств на их проходку. Полученная сеть разноориентированных рудных пересечений является нерегулярной и позволяет осуществлять построение геологических разрезов в любых направлениях с использованием вспомогательных построений планов изогипс основных геологических поверхностей.

Исходя из геологической существующей изученности, для введения месторождения в эксплуатацию и перевода из категории Inferred в Indicated (или Measured), существует необходимость в достижении следующих целей:

- Подтверждение ресурсов месторождения в количестве и качестве – скважины заверочного бурения;
- Определение геотехнических и гидрогеологических условий месторождения – геотехнические и гидрогеологические скважины;
- Детальное определение свойств пород – контрольно-стволовые скважины;
- Детальное определение технологических свойств руд месторождения – технологические скважины.

Для достижения этих целей комплекс буровых работ будет реализован по следующей программе:

- 2 контрольно-стволовые скважины вертикальные по 840 м каждая;
- 2 скважины геотехнические и гидрогеологические с наклоном 84-88° (1100 и 1150 м);
- Заверочные и технологические скважины: многоствольное бурение 2 материнские скважины глубиной по 400 м, 1 куст – 2 скважины (дополнительные 700-750 м) и 4 скважины во втором кусте (дополнительных 675-750м). Итого 8 скважин вместе с материнскими.

2 ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

2.1. Геолого-технические условия

Участок работ: Обручевский

Скважина ОВОВ-2020-003

Проектная глубина 1060 м

Азимут бурения 149⁰

Угол наклона бурения – 82⁰ (зенитный 8⁰)

Конечный диаметр 59 мм

Таблица 2.1. Геологическая часть.

Геологическая часть					
Интервал			Порода	Категория пород по буримости	Плановый выход керна, %
От	До	Мощность, м			
0	250	250	Валунно-галечные отложения	III-IV	95
250	315	65	Граниты среднекристаллические	VIII-IX	95
315	685	370	Риолит-порфиры	IX-X	95
685	930	245	Андезит-порфиры	VIII-IX	95
930	944	14	Алевролиты	VII-VIII	95
944	950	6	Рудная жила по туфогравелитам	VIII-IX	95
950	962	12	Рудная жила по серицит-хлоритовым метасоматитам	VIII-IX	95

962	982	20	Рудная жила по серицит- кварцевым метасоматитам	IX-X	95
982	1060	78	Серицит- кварцевые метасоматиты	IX-X	95

2.2. Построение конструкции скважины

Расчет минимального диаметра скважины по минимальному диаметру керна последнего пласта полезного ископаемого и диаметру аппаратуры спускаемой в скважину:

Минимально допустимый диаметр керна для колчеданных залежей, приуроченных к зонам перехода серицит-хлорит-кварцевых метасоматитов в частично измененные породы равен: $d_{к\min} = 32$ мм.

Минимальный внутренний диаметр коронки:

$$D_{в\min} = D_{к\min} + \Delta \quad (2.1)$$

где Δ – уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости ($f=10$).

$$\Delta = 20 - 8 * \ln(f) \quad (2.2)$$

$$\Delta = 20 - 8 * \ln 10 = 1,6 \text{ мм}$$

$$D_{в\min} = 32 + 1,6 = 33,6 \text{ мм}$$

Минимально возможный диаметр скважины $D_{с\min} > (1,03-1,05) * D_a$, где D_a – диаметр применяемой аппаратуры (инклинометр, каверномер).

Таблица 2.2. Скважинная аппаратура.

инклинометры	ИГ-36;	$D_a=36\text{мм};$
каверномеры	КМ-38;	$D_a=40\text{мм}$

$$D_{с\min} = 1,05 * 40 = 42 \text{ мм} \quad (2.3)$$

Внутренний диаметр коронки $D_B > D_{B \text{ мин}} > 33,6 \text{ мм}$; наружный диаметр коронки $D_H > D_{с \text{ мин}} = 42 \text{ мм}$.

В соответствии с рассчитанными наружным и внутренним диаметрами коронок, а также согласно геолого-техническим условиям бурения скважин, выбираем снаряд ССК-59 (коронка 59/35,4) для отбора керна на последнем интервале. Кернаприемная труба невращающаяся, тип промывки - прямая.

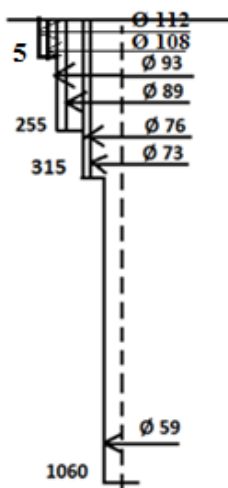


Рисунок 2.1 - Конструкция скважины

Классификация по Е.А. Козловскому: А III (5, 255, 320).

Выбранный тип бурения – вращательное алмазное с отбором керна. Минимальный диаметр для представительного керна по колчеданным рудам – 32 мм, следовательно, для интервала 315-1060 м выбираем ССК-59 (59/35,4). Геофизическая аппаратура: каверномер КМ-38 ($D_a=40 \text{ мм}$), инклинометр ИГ-36 ($D_a=36 \text{ мм}$).

Исходя из диаметра аппаратуры и керна, открытый ствол до проектной глубины будет иметь диаметр 59 мм.

Т.к. мощность рыхлых четвертичных отложений (валунно-галечных образований) составляет около 250 м, направляющую колонну 108 мм устанавливаем до глубины 5 м и цементируем. Интервал 5-255 м проходим коронкой диаметром 93 мм, затем устанавливаем обсадную колонну 89 мм с

цементацией башмака. На всем интервале бурения 0-255 м также происходит отбор керна.

Бурение до глубины 315 м продолжается коронкой 76 мм с последующим спуском обсадной колонны диаметром 73 мм с башмаком в крепких коренных породах.

Построение профиля скважины.

Минимальный угол встречи первого пласта полезного ископаемого – не менее 65 град.

Зенитный угол скважины на глубине L_1 при заданном угле встречи β пласта полезного ископаемого должен быть равен:

$$\theta_B = (\gamma + \beta) - 90 \quad (2.4)$$

где γ – угол пласта, град.

$$\theta_B = (25 + 65) - 90 = 0 \text{ град}$$

Первоначально определяется зенитный угол скважины θ_B^1 в точке встречи пласта на глубине L_1 .

$$\theta_B^1 = \frac{(L_1 - L_2) \cdot i}{100} \quad (2.5)$$

где i – интенсивность естественного зенитного искривления, град/100м;

L_1 – глубина встречи с пластом, м;

L_2 – глубина нахождения башмака обсадной колонны, м.

$$\theta_B^1 = \frac{(944 - 320) \cdot 1,2}{100} = 7,6. \text{ Принимаем } 8^0$$

$$\eta = 90 - 8 = 82^0$$

Скважина забуривается под углом 82^0 .

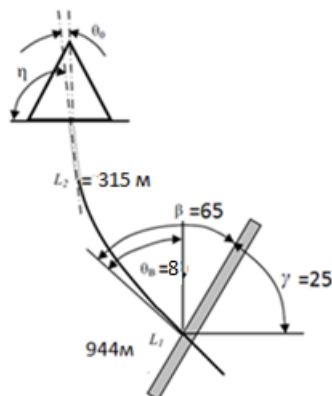


Рисунок 2.2 - Профиль скважины

Мероприятия по предупреждению осложнений. На первом интервале скважины (0-255м) будет наблюдаться умеренное поглощение бурового раствора, что может быть нивелировано применением нормального глинистого раствора: 8-20% качественной глины + 0,5-2,5% полиакриламида + вода.

2.3. Выбор буровой установки и бурильных труб

Исходя из проектной глубины бурения, выбираем буровую установку УКБ7-1200/2000 (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Техническая характеристика буровой установки УКБ7-1200/2000.

Параметр установки	Значение
Глубина бурения (м) коронками диаметром: 93 мм 59 мм	1200 2000
Конечный диаметр, мм	93/59* * - для алмазных коронок
Угол наклона скважины, град	75-90
Частота вращения шпинделя, об/мин	0-1500 Плавное регулирование
Грузоподъемность лебедки, кН: нормальная максимальная	34 51
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0-8
Мощность двигателя, кВт	70
Максимальное усилие подачи, кН: вниз вверх	120 150

Масса бурового станка без двигателя, кг	3300
---	------

В состав буровой установки УКБ7-1200/2000 входят: буровой станок СКБ-7, насосная установка НБ4-320/63, трубооборот, мачта с комплектом грузоподъемных приспособлений, передвижное буровое здание, электрооборудование, лебедка для съемного керноприемника, транспортная база.

Таблица 2.4. Характеристика насоса НБ4-320/63.

Параметр	Буровой насос НБ4-320/63
Подача, л/мин	I, II, III при диаметре плунжера 45мм – 95 140 260 при диаметре плунжера 80мм – 125 180 320
Максимальное давление, МПа	при диаметре плунжера 45мм – 6,3 6,3 6,3 при диаметре плунжера 80мм – 6,3 5,5 3,0
Число плунжеров	3
Длина хода плунжера	90
Число двойных ходов в 1 мин	95, 140, 260
Длина, мм	2100
Ширина, мм	1145
Высота, мм	880
Масса, кг	1250
Диаметр всасывающего отверстия, мм	76
Диаметр нагнетательного отверстия, мм	38

Для бурения снарядом со съёмным керноприемником применяем бурильные трубы ССК (табл. 3.3).

Таблица 2.5. Характеристики бурильных труб ССК.

Параметр	Значение	
	ССК-59	ССК-76
Диаметр коронки (наружный/внутренний)	59,6/36,4	75,3/47,6
Диаметр бурильной колонны (наружный/внутренний)	55,6/46,1	69,9/60,3
Глубина бурения, м	1400	1200
Тип колонны бурильных труб	Гладкоствольная по наружной и внутренней поверхностям	
Диаметр керноприемной трубы (наружный/внутренний)	42,9/38,1	55,6/50,0
Длина съёмного керноприемника, мм	3760	3940
Масса колонкового набора, кг	36,6	58,7

2.4. Разработка режимов бурения

2.4.1. Выбор породоразрушающего инструмента

Для установки кондуктора при забурировании используем твердосплавную коронку М6-112(Ø 112 мм).

Для 1 интервала бурения (5-255м, валунно-галечные отложения, III-IV кат.) используем снаряд ОКС и буровую коронку М6-93 (Ø 93 мм).

Для 2 интервала (255-315 м, VIII-IX кат.) берем буровую коронку КАСК-4С (Ø 76 мм).

Для 3 интервала (315-1060 м, VIII-X кат.) используем алмазную коронку К-08 (Ø 59 мм).

2.4.2. Расчет режимов бурения

Осевая нагрузка:

$$G_0 = a * C_y * S \quad (2.6)$$

где a – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород; для монолитных, малоабразивных пород $a=1$, для трещиноватых и сильноабразивных $a=0,7-0,8$; C_y – удельная нагрузка на 1 см² рабочей площади торца коронки, кПа (справочное значение); S – рабочая площадь торца алмазной коронки, см²:

$$S = \beta * \frac{\pi(D_H^2 - D_B^2)}{4} \quad (2.7)$$

где D_H и D_B – соответственно, наружный и внутренний диаметры коронки, см; β – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов (0,8 для алмазных коронок).

$$S_1 = 0,8 * \left(\frac{3,14}{4}\right) * (9,3^2 - 5,9^2) = 32,4 \text{ см}^2$$

$$S_2 = 0,8 * \left(\frac{3,14}{4}\right) * (7,6^2 - 5,8^2) = 15,1 \text{ см}^2$$

$$S_3 = 0,8 * \left(\frac{3,14}{4}\right) * (5,9^2 - 4,2^2) = 10,7 \text{ см}^2$$

S_1, S_2, S_3 – рабочая площадь торца алмазной коронки, см² для 1, 2 и 3 интервалов бурения соответственно.

$$G_{01} = a * C_y * S = 0,7 * 0,5 * 32,4 = 11,3 \text{ кН}$$

$$G_{02} = a * C_y * S = 1 * 0,6 * 15,1 = 9 \text{ кН}$$

$$G_{03} = a * C_y * S = 1 * 0,7 * 10,7 = 7,5 \text{ кН}$$

Частота вращения коронки:

$$n = \frac{20V_0}{D_c}, \text{ об/мин} \quad (2.8)$$

где V_0 – окружная скорость коронки, м/с; D_c – средний диаметр коронки,

м:

$$D_c = (D_n + D_b)/2 \quad (2.9)$$

$$D_{c1} = \frac{0,093 + 0,059}{2} = 0,076 \text{ м}$$

$$D_{c2} = \frac{0,076 + 0,058}{2} = 0,067 \text{ м}$$

$$D_{c3} = \frac{0,059 + 0,042}{2} = 0,05 \text{ м}$$

$$n_1 = 20 * \frac{2,1}{0,076} = 552 \text{ об/мин}$$

$$n_2 = 20 * \frac{3,7}{0,067} = 1104 \text{ об/мин}$$

$$n_3 = 20 * \frac{2,7}{0,05} = 1080 \text{ об/мин}$$

Количество подаваемой на забой промывочной жидкости:

$$Q = k * q_t * D_n \quad (2.10)$$

где D_n – наружный диаметр коронки, см; q_t – удельное количество подаваемой жидкости, л/мин на 1 см наружного диаметра D_n алмазной коронки; k – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость пород; для монолитных и абразивных $k=1$, для абразивных и сильноабразивных $k=1,3-1,4$.

$$Q_1 = 1,4 * 10 * 9,6 = 134 \text{ л/мин}$$

$$Q_2 = 1 * 10 * 7,6 = 76 \text{ л/мин}$$

$$Q_3 = 1 * 10 * 5,9 = 59 \text{ л/мин}$$

Таблица 2.6. Режимные параметры бурения.

№	Интервал, м	Порода	Тип ПРИ	Диаметр коронки, мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
					удельная	расчетная	уточненная	окружная	расчетная	уточненная	Q_t , л/мин	расчетная	уточненная

При частоте вращения свыше 500 об/мин затраты мощности на вращение определяются по формуле:

$$N_{\text{тр}} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 * \left[1,6 * 10^{-8} (1 + 0,6i) * \left(\frac{0,9+0,02\delta}{1+0,013\delta} \right) * \frac{(D_q)}{(EJ)^{0,16}} \right] * n^{1,85} * L_{\text{СКВ}}^{0,75} * (1 + 0,44 * \sin\theta_{\text{ср}}) + 2 * 10^{-7} * \delta * n * G_{\text{ос}}] = 3,2 \text{ кВт} \quad (2.12)$$

$L_{\text{СКВ}}$ – глубина скважины, м,

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности,

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины на затраты мощности,

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности,

K_4 – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности,

K_5 – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на их трение о стенки скважины.

Зазор (в мм) между стенками скважины и бурильными трубами принимается по параметрам забойной части:

$$\delta = 0,5(D - d_n) = 0,5(59 - 55) = 2 \text{ мм} \quad (2.13)$$

Средний зенитный угол скважины при неизменной интенсивности искривления по глубине скважины может быть определен по формуле:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_0 + 0,005 \cdot i \cdot (L_{\text{СКВ}} - L_1) \quad (2.14)$$

$$\theta_{\text{ср}} = 0 + 0,005 \cdot 1,2 \cdot 116 = 0,7^\circ$$

При бурении алмазными и твердосплавными коронками горных пород VII-X категорий по буримости забойная мощность N_z (кВт) определяется по формуле:

$$N_z = 2,67 * 10^{-7} * \left(\mu_0 + 16,7 * \text{ГП} * \frac{V_{\text{мех}}}{n} \right) * (D_n + D_b) * G_{\text{ос}} * n \quad (2.15)$$

где μ_0 – коэффициент, характеризующий трение ПРИ о горную породу;

ГП – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства горных пород и характер разрушения;

$V_{\text{мех}}$ – механическая скорость бурения, м/ч.

$$N_3 = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot (0,1 + 16,7 \cdot 7 \cdot 0,5 / 1100) \cdot (59 + 35,4) \cdot 1000 \cdot 1100 = 13,4 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя, выбранного бурового агрегата равна 70 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.5.2 Проверочный расчет бурильных труб при нормальном процессе бурения.

Запас прочности бурильных труб для любого сечения сжатой части определяется по формуле:

$$n_{\text{сж}} = \frac{[\sigma_m]}{\sigma_{\Sigma c}} \geq 1,7 \quad (2.16)$$

где σ_m – предел прочности материала бурильных труб, кгс/см²; $\sigma_{\Sigma c}$ – суммарное напряжение от одновременного действия сил сжатия, изгиба и кручения:

$$\sigma_{\Sigma c} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{изг}})^2 + 4\tau_{\text{кр}}^2} \quad (2.17)$$

$\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение сжатия, кгс/см²:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{\varphi \cdot P_{\text{сж}}}{F} = \frac{1,2 \cdot 1010}{7,57} = 160,1 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.18)$$

где φ – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы; для труб ниппельного соединения $\varphi = 1.2$;

$P_{\text{сж}}$ – усилие сжатия в рассматриваемом сечении, кгс.

В сечении бурильных труб у забоя $P_{\text{сж}} = G_{\text{ос}} = 1000$ кгс

Сечение бурильных труб F (в см²):

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2) \quad (2.19)$$

где $d_{\text{н}}$ и $d_{\text{в}}$ соответственно наружный и внутренний диаметры бурильных труб, см.

$$F = \frac{3,14}{4} \cdot (5,5^2 - 4,54^2) = 7,57 \text{ см}^2$$

Напряжение изгиба $\sigma_{изг}$ (в кгс/см²) вызывается потерей устойчивости буровой колонны и определяется по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 * EJ * f}{l^2 * W_{изг}} \quad (2.20)$$

где l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см;

EJ – жесткость бурильных труб, кгс/см²;

E – модуль продольной упругости для стали $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²;

J – экваториальный момент инерции сечения бурильных труб, см⁴;

f – стрела прогиба бурильных труб в рассматриваемом сечении, см.

$$J = \frac{\pi}{64} * (d_H^4 - d_B^4) \quad (2.21)$$

где d_H и d_B – наружный и внутренний диаметры бурильных труб ССК-59 в см.

$$J = 24,06 \text{ см}^4.$$

$$f = 0,5 \cdot (D - d_H) \quad (2.22)$$

$$f = 0,5 \cdot (5,9 - 5,5) = 0,2 \text{ см}$$

где D – диаметр скважины с учетом разработки стенки (или внутренний диаметр обсадных труб), см.

$W_{изг}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см³:

$$W_{изг} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H} \quad (2.23)$$

$$W_{изг} \frac{\pi}{32} * \frac{(5,5^4 - 4,54^4)}{5,5} = 8,75 \text{ см}^3$$

$$l = \frac{10}{\omega} * \sqrt{-0,5 * z + \sqrt{0,25 * z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}} \quad (2.24)$$

где ω – угловая скорость вращения, с⁻¹;

z – длина участка колонны от рассматриваемого сечения до нулевого, м;

q – средняя масса 1 м бурильных труб, кг (для ССК-59 $q=7,7$ кг/м);

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести.

ω – угловая скорость вращения, с⁻¹:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (2.25)$$

где n – частота вращения бурильных труб, мин^{-1} .

$$\omega = \frac{\pi \cdot 1100}{30} = 115,2 \text{ с}^{-1}$$

$$z = \frac{G_{\text{ос}}}{q(1 - \frac{\gamma_{\text{ж}}}{\gamma_{\text{м}}})} \quad (2.26)$$

где $G_{\text{ос}}$ – осевая нагрузка, кгс;

$\gamma_{\text{ж}}$ и $\gamma_{\text{м}}$ – удельный вес промывочной жидкости ($1,04 \text{ г/см}^3$) и стали ($7,85 \text{ г/см}^3$);

q – средняя масса 1 м бурильных труб.

$$z = \frac{1000}{7,7 * (1 - \frac{1,04}{7,85})} = 149,3 \text{ м}$$

$$l = \frac{10}{118,3} * \sqrt{-0,5 * 149,2 + \sqrt{0,25 * 149,2^2 + \frac{2 * 10^6 * 24,06 * 118,3^2}{10^3 * 7,7 * 9,8}}} = 4,6 \text{ м}$$

У ССК-59 длина трубы в сборе равна 3 м. Так как расчетные длины полуволны прогиба больше длин труб, то, (согласно рекомендации Г.М. Саркисова), приравниваем значение длины полуволны прогиба длине труб.

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{изг}}} = 51,1 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.27)$$

Напряжение кручения $\tau_{\text{кр}}$ (в кгс/см^2) определяется по формуле:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}} \quad (2.28)$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент на вращение части колонны, расположенной ниже рассматриваемого сечения, и на вращение породоразрушающего инструмента с разрушением горных пород, $\text{кгс} \cdot \text{см}$;

$W_{\text{кр}}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при кручении, см^3

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}} \quad (2.29)$$

$$M_{\text{кр}} = 94700 \cdot \frac{N}{n} \quad (2.30)$$

где N – мощность на вращение части колонны, расположенной ниже рассматриваемого сечения, и на работу породоразрушающего инструмента, кВт.

При рассмотрении сечения у забойной части колонны $N = 1,5 \cdot N_3$

$$N = 1,5 \cdot N_3 = 1,5 \cdot 13,4 = 20,1 \text{ кВт}$$

$$M_{кр} = 5400 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H} = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 17,5 \text{ см}^3$$

$$\tau_{кр} = 308,5 \text{ кгс/см}^2$$

Суммарное напряжение от сил сжатия, изгиба и кручения:

$$\sigma_{\Sigma c} = 843,5 \text{ кгс/см}^2$$

$$n_{сж} = 5800/843,5 = 6,8 \text{ кгс/см}^2$$

Отсюда следует, что запас прочности бурильных труб удовлетворяет данным требованиям.

2.5.3 Определение запаса прочности бурильных труб в любом сечении растянутой части колонны.

Запас прочности бурильных труб для любого сечения растянутой части определяется по формуле:

$$n_p = \frac{[\sigma_m]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1.4 \quad (2.31)$$

где $\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение, кгс/см², по третьей теории прочности.

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2} \leq [\sigma_m] \quad (2.32)$$

где σ_p – напряжение растяжения, кгс/см²; $\sigma_{изг}$ – напряжение изгиба.

$$\sigma_p = \frac{\varphi \cdot P_p}{F} \quad (2.33)$$

где P_p – усилие растяжения, кгс

$$P_p = q \cdot z \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot (\cos \theta_{ср.з} - f_{тр} \cdot \sin \theta_{ср.з}) = 2517 \text{ кгс} \quad (2.34)$$

$$\sigma_p = 331,2 \text{ кгс}$$

$$l = 4.28 \text{ м}$$

$$\sigma_{\text{изг}} = 59,2 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_{\Sigma p} = 1320,5 \text{ кгс/см}^2$$

$$n_p = \frac{5800}{1320,5} = 4,39$$

Как видно из расчетов, запас прочности бурильных труб удовлетворяет требованиям.

2.5.4 Определение запаса прочности бурильных труб в нулевом сечении.

Запас прочности бурильных труб в нулевом сечении определяется по формуле:

$$n_0 = \frac{n_\sigma * n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq 1,3 \quad (2.35)$$

где n_σ и n_τ – запас прочности по нормальным и касательным напряжениям, соответственно.

$$n_\sigma = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{\text{изг}} * K_y} \geq 1,3 \quad (2.36)$$

где $[\sigma_{-1}]$ – предел выносливости материала бурильных труб при изгибе с симметричным циклом, кгс/см²; $[\sigma_{-1}] = 0,41[\sigma_m]$; K_y – коэффициент ударного характера нагрузки, $K_y = 1,5$.

Формула для нахождения длины полуволны l (м) запишется:

$$l = \frac{10}{\omega} * \sqrt[4]{\frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}} = 4,86 \text{ м} \quad (2.37)$$

$$\sigma_{\text{изг}} = 51,1 \text{ кгс/см}^2,$$

$$n_\sigma = 5800 * 0,41 / (51,1 * 1,5) = 31 \text{ кгс/см}^2,$$

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_\tau = \frac{[\tau]}{\tau_{\text{кр}}} = \frac{2900}{308,5} = 29,4 \quad (2.38)$$

$$n_0 = 26,12 * \frac{22,27}{(26,1 + 31,3)(26,1 + 31,3)^{0,5}} = 104,6$$

где $[\tau]$ – допустимое напряжение при кручении, кгс/см².

Запас прочности бурильных труб удовлетворяет требованиям.

2.5.5 Расчет предельного диаметра керна

Предельный диаметр керна находят исходя из прочностных характеристик бурильных труб и керна горных пород. Предполагается срыв керна вращением, то есть скалыванием. При этом крутящий момент при срыве керна достигнет величины (в кгс*см):

$$M_{кр} = W_k * \tau_v = \frac{\pi}{16} * d_k^3 * \tau_v \quad (2.39)$$

где W_k – полярный момент сопротивления сечения керна при кручении, см³; d_k – диаметр керна, см; τ_v – временное сопротивление горной породы скалыванию, кгс/см²; $\tau_v = \frac{1}{10} * \sigma_{сж}$; $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление горной породы сжатию, кгс/см² (2000-2200)

$$M_{кр} = 18,52 \text{ кгс*см}$$

Предельный диаметр керна $d_{к пр}$ для конкретных бурильных труб:

$$d_{к пр} = \sqrt[3]{\frac{[\tau] * (d_H^4 - d_B^4)}{d_H * \tau_v}} = 5,4 \text{ см} \quad (2.40)$$

Расчетный диаметр керна = 3,5 см (трубы выдержат).

2.5.6 Проверочный расчет мощности привода бурового насоса

Мощность электродвигателя для привода насоса N_H (кВт) определяется по формуле:

$$N_H = \frac{10 * Q * H}{102 * \eta} = \frac{10 * 95 * 1,092}{102 * 0,8} = 11,6 \text{ кВт} \quad (2.41)$$

где Q – производительность насоса, л/с; H – давление на выкиде насоса, кгс/см²; η – КПД насоса ($\eta=0,8-0,75$).

Мощность двигателя насоса по техническим характеристикам равна 23 кВт.

2.5.7 Расчет и выбор схемы талевой системы.

Число рабочих ветвей талевой системы определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{кр}}{P_{лн} * \eta} \quad (2.42)$$

где $Q_{кр}$ – нагрузка на крюк при подъеме колонны с конечной глубины в период разгона с учетом прихвата снаряда, кгс; $P_{лн}$ – номинальное тяговое

усилие лебедки при минимальной скорости навивки каната на барабан, кгс (2549,3); η – КПД талевой системы (зависит от числа ветвей $\eta = 0,95$).

При простой конструкции скважины и буровой колонны из бурильных труб одного типоразмера нагрузка на крюк:

$$Q_{кр} = \left[\alpha_1 * \alpha_2 * q * L_{скв} \left(1 - \frac{V_{ж}}{V_{м}} \right) * (\cos \theta_{ср} - f_{тр} * \sin \theta_{ср}) + G \right] * \left(1 + \frac{V_{кр1}}{gt} \right) \quad (2.43)$$

где $\theta_{ср}$ – средний зенитный угол участка; q – средняя масса 1 м бурильных труб с учетом высадки концов, кг, тогда ($\alpha_1=1$); $f_{тр}$ – коэффициент трения ($f_{тр} = 0,5$); G – вес подвижной части талевой системы, кгс; α_2 – коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления ($\alpha_2 = 1,25$); G – вес подвижной части талевой системы, кгс; $a = \left(1 + \frac{V_{кр1}}{gt} \right)$ – коэффициент динамических нагрузок ($V_{кр1}$ – равномерная скорость подъема крюка (м/с) на первой скорости коробки перемены передач станка; ($V_{кр1} = \frac{V_{л1}}{m}$), где $V_{л1}$ – минимальная скорость навивки каната на барабан лебедки при регулируемом приводе бурового станка) $a=1,16$;

$$Q_{кр} = \left[1 * 1,25 * 7,7 * 1060 \left(1 - \frac{1,04}{7,85} \right) * (0,9999 - 0,5 * 0,0122) + 194,5 \right] * 1,2$$

$$= 8311,3 \text{ кгс} = 8 \text{ тс при допустимых } 20 \text{ тс}$$

$$m = \frac{8311,3}{3467 * 0,95} = 2,5, \text{ при } P_{лн} - \text{номинальном тяговом усилии лебедки.}$$

$$m = \frac{8311,3}{5200 * 0,95} = 1,7, \text{ при } P_{лн} - \text{максимальном тяговом усилии лебедки.}$$

2.5.8. Расчет усилий в ветвях талевой системы и нагрузки на вышку

Для всех схем талевой системы усилие в любой ветви определяется по формуле В.Г. Храменкова:

$$P = \frac{Q_{кр}}{m * \eta * \beta^k} \quad (2.44)$$

где $Q_{кр}$ – в кгс; m число рабочих струн ($m=2$); k – порядковый номер рабочей струны; β – табличное значение.

Для лебедочного конца каната:

$$P = \frac{Q_{кр}}{m * \eta * \beta^k} = \frac{8311}{2 * 0,95 * 1,03^0} = 4374,2 \text{ кгс}$$

Для лебедочного конца каната:

$$P = \frac{Q_{кр}}{m * \eta * \beta^k} = \frac{8311}{2 * 0,95 * 1,03^3} = 4003 \text{ кгс}$$

Выбор талевого каната

Тип применяемого каната - стандартный канат, входящий в комплект УКБ 7 - канат 17-Г-1-Н-1770 ГОСТ 3079-80.

Канат стальной ГОСТ 3079-80 производится одного типа – ТЛК-О, с конструкционной схемой 6х37 (1+6+15+15)+1 ОС (органический сердечник).

Характеристика.

- Механические свойства используемой проволоки (первой марки, индекс 1);
- Функциональное предназначение (грузовые, индекс Г);
- Направление используемой свивки (по умолчанию правая);
- Сочетание основных направлений используемой свивки (по умолчанию крестовая);
- Технология свивки (нераскручивающаяся, индекс Н);
- Точность производства (нормальная);
- Уровень уравнишенности (по умолчанию нерихтованные).

Выбор каната производится по разрывному усилию и соответствию диаметров каната и блока.

Разрывное усилие каната P_p (кгс):

$$P_p \geq 2,5 * P_{л \max} \quad (2.45)$$

где 2,5 – коэффициент запаса прочности; $P_{л \max}$ – максимальное усилие, развиваемое лебедкой.

$P_p \geq 2,5 \cdot 4374,2$; $P_p \geq 10836$ кгс. Стандартный канат подходит.

2.6. Контрольно-измерительная технологическая аппаратура

Применение комплекса контрольно-измерительной аппаратуры необходимо в процессе сооружения скважин для выполнения работ с высокой производительностью.

В комплектацию буровой установки УКБ 7 входит аппаратура КУРС-411. Асинхронный микроэлектродвигатель АДП-362 служит преобразователем частоты оборотов и работает в генераторном режиме. Измерение крутящего момента производится по произведению значений тока возбуждения и тока в якорной цепи (используется двигатель постоянного тока). Аппаратура КУРС-411 позволяет проводить визуальный контроль давления и расхода промывочной жидкости, механической скорости бурения, контроль и регистрацию усилия на крюке и осевой. При аварийном уменьшении расхода бурового раствора активирует звуковую сигнализацию.

Геофизическая аппаратура выбирается исходя из конструкции скважины и поставленных задач бурения. Для этого будут применяться каверномер КМ-38 ($D_a=40$ мм) и инклинометр ИГ-36 ($D_a=36$ мм).

2.7. Промывочная жидкость и глинохозяство

Источником водоснабжения на буровом участке является горный ручей, находящийся в 1 км от участка работ. Способ водоснабжения – доставка автоцистерной объемом 10 м^3 . На территории буровой выкопан амбар, состоящий из 3 секций. Одна из них заполняется привозной водой. Отработанный буровой раствор, прошедший цикл циркуляции в скважине и выходящий из нее, направляется в первый отсек амбара. Оттуда, под действием гидродинамических сил, отстоявшаяся часть раствора перетекает во второй отдел, пригодный для повторного использования жидкости в качестве очистного агента. Отделившийся в процессе отстаивания раствора шлам оседает в первом отсеке. Для откачки раствора из амбара используется насос НБ-160/6,3 (табл. 2.7).

Таблица 2.7. Техническая характеристика бурового насоса НБ-160/6,3.

Параметр	Значение
Производительность, л/мин	32; 55; 88; 125; 162
Давление, Мпа	6,3; 6,3; 6,3; 6,3; 5,5; 3
Диаметр плунжера, мм	45; 70
Длина хода плунжера, мм	90
Количество плунжеров	3
Мощность двигателя, кВт	22
Масса, кг	520

Буровой раствор приготавливается в зумпфе с использованием специального миксера с гидроприводом (рис. 2.3). Для доставки реагентов на буровую используется автомобиль высокой проходимости “Урал”.



Рисунок 2.3 - Миксер Performix

Таблица 2.8. Технические параметры миксера Performix.

Производительность, м ³ /час:	80
Время перемешивания, мин:	2
Привод:	Бензиновый двигатель Kohler 14 л.с. с электрическим стартом, топливный

	бак 23 л
Тип насоса:	Центробежный насос
Соединения:	3" камлок на всасывающей линии, 3" штуцер для шланга на выкидной линии, 2" камлок на дополнительных линиях
Размеры ДхШхВ, мм:	1090 x 890 x 1020
Вес нетто, кг:	213
Производительность, л/мин:	80
Максимальная производительность, л/мин:	80

Приготовление бурового раствора.

На интервале забуривания скважины (0-255 м) в качестве очистного агента используем нормальный глинистый раствор: 8-20% качественной глины + 0,5-2,5% полиакриламида + вода, т.к. на данном интервале будет наблюдаться поглощение бурового раствора. $\rho = 1,07-1,14 \text{ г/см}^3$; $V = 20-30 \text{ см}^3$ за 30 мин; $\text{pH} = 8-10$. Для цементирования кондуктора и башмака спускаемой после бурения обсадной колонны используем тампонажный раствор на основе портландцемента.

На втором и третьем интервалах бурения (255-1060 м) применяем малоглинистый раствор: 3-7% глины марки ПБМБ + вода + (0,5-1)% полиакриламида. Основные параметры: $\rho = 1,02-1,05 \text{ г/см}^3$; $T = 16-33 \text{ с}$; $V = 3-12 \text{ см}^3$ за 30 мин; $\text{pH} = 8-10$.

2.8. Производство работ при бурении скважин.

2.8.1 Забуривание скважины

Согласно геолого-техническим условиям, интервал 0-255 м сложен валунно-галечными отложениями. Для установки кондуктора интервал 0-5 м пробуриваем коронкой М6-112 ($\varnothing 112 \text{ мм}$) и устанавливаем обсадную колонну

Ø 108 мм. При бурении интервала 5-255 м используем одинарный колонковый снаряд ОКС и твердосплавную коронку М6-93 (Ø 93 мм). Данный интервал, как и последующие, проходится с отбором керна. На данном интервале скважины будет наблюдаться умеренное поглощение бурового раствора, что требует применение нормального глинистого раствора. Режимные параметры бурения: осевая нагрузка – 11,5 кН, частота вращения - 550 об/мин, расход промывочной жидкости - 140 л/мин. Направляющая колонна имеет диаметр 89 мм. Башмак обсадной колонны цементируется с применением тампонажного раствора на основе ПЦТ I-50. После схватывания цементного раствора цементную пробку разбуриваем алмазной коронкой КАСК-4С (Ø 76 мм) и продолжаем бурение.

2.8.2 Обеспечение намеченных режимов бурения

Породоразрушающие инструменты для последующих интервалов – алмазные коронки КАСК-4С (255-315 м, Ø 76 мм) и К-08 (315-1060 м, Ø 59 мм). Обязательно применение резьбовой и антивибрационной смазок. Для смазки корпуса кернорвателя применять солидол. Для предупреждения подклина керна использовать буровое мыло. Контроль качества бурового раствора в процессе бурения осуществляется помощниками машиниста буровой установки. Для контроля параметров раствора применяется воронка ВБР-1, индикатор рН и плотномер.

2.8.3 Проведение исследований в скважинах

Геофизическая аппаратура: каверномер КМ-38 (Da=40 мм), инклинометр ИГ-36 (Da=36 мм). Инклинометр используется для определения пространственной ориентации скважины: зенитного и азимутального углов. Каверномер применяется для получения данных о поперечном разрезе скважины.

2.8.4 Монтаж и демонтаж бурового оборудования

Монтажно-демонтажные работы на участке выполняются силами буровой бригады. Заранее подготовленная площадка должна иметь площадь не менее 30*30 м согласно ОСТ, ширина проезжей части – 3,5 м. При

транспортировке бурового агрегата мачта должна быть сложена (установлена в горизонтальное положение). Зумпф установлен на санях, выполненных из труб. Транспортировка бурового станка производится на трале “Урал 4320”. Работы по подготовке площадки выполняются бульдозером.

Перед перевозкой и после нее производится тщательный осмотр бурового оборудования.

2.8.5 Ликвидация скважины

После завершения бурения скважины выполняются работы по инклинометрии, а также геофизический каротаж. После контрольных измерений и согласования с геологическими службами производится ликвидация скважины с извлечением обсадной и бурильных колонн. На месте пробуренной скважины устанавливается штага (опознавательный знак) с указанием номера скважины.

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

3.1. Введение

Район работ - Обручевское месторождение золото-серебросодержащих полиметаллических руд. Находится в Глубоковском районе Восточно-Казахстанской области в 7 км к юго-востоку от г. Риддера в южной части Лениногорского рудного поля. На сульфидном полиметаллическом и колчеданно-полиметаллическом оруденениях проводятся поисково-оценочные работы.

Рельеф поверхности площади участка выровненный, с общим пологим погружением с юга на север в сторону долины р.Быструхи и характеризуется абсолютными отметками 950-1060 метров над уровнем моря (в Балтийской системе высот).

Климат района резко континентальный с колебаниями среднемесячных температур от - 22,4⁰С зимой до +17,4⁰С летом. Характерными чертами климата являются продолжительная холодная зима, умеренно прохладное лето и большие суточные колебания температуры воздуха. Среднегодовое количество осадков достигает 700мм. Глубина промерзания почвы достигает 1,0-1,5м, а максимальная мощность снегового покрова – 2 метров.

3.2. Правовые вопросы обеспечения безопасности

К выполнению буровых работ в качестве самостоятельной штатной единицы допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению работ данного типа, а также имеющие соответствующую квалификацию.

К выполнению работ повышенной опасности допускается только человек, имеющий наряд-допуск, утвержденный главным инженерно-техническим работником предприятия.

3.3. Производственная безопасность

Отрасль буровых работ в сфере геологоразведки связана с процессами сооружения скважин, что подразумевает большое количество вредных и опасных для жизни производственных факторов. Опасности в условиях производства носят в основном техногенный характер. В связи с этим в настоящее время многие компании все больше ресурсов и времени уделяют безопасности жизнедеятельности.

Опасным фактором называется такой фактор, воздействие которого на человека может привести к травме, сильному ухудшению здоровья, а также является опасным для жизни.

К *вредным факторам* относится то, что имеет негативное влияние на здоровье человека при длительном воздействии.

Основные вредные и опасные факторы в условиях геологоразведочного производства приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Опасные и вредные факторы геологоразведочного бурения скважин.

№	Тип фактора	Название фактора	Средства защиты	Нормативные документы
1	Опасные	Вращающиеся машины и механизмы	Ограждения, визуальный контроль, приемы безопасного выполнения работ	ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ
		Падение груза с высоты	Согласованность действий, визуальный контроль	
		Самоходное оборудование	Согласованность действий, визуальный контроль	
		Скользкие/неровные поверхности	Предупреждающие таблички, визуальный	

			контроль	
		Химические реагенты	Знание правил работы с хим. реагентами, использование средств индивидуальной защиты	
		Работа на высоте	Использование ИСС	ГОСТ 12.3.050-2017
2	Вредные	Высокий уровень шума и вибраций	Применение СИЗ	ГОСТ 12.1.012-90
		Нагретые поверхности	Применение СИЗ, знание техники безопасности	ГОСТ 12.4.125-83
		Недостаточное освещение		
		Отклонение показателей микроклимата		ГОСТ 12.1.005-88

3.3.1. Мероприятия по устранению вредных факторов

Повышенный уровень шума и вибраций.

Самый распространенный вредный фактор в геологоразведочном производстве – шум и вибрации. Основные источники шума на буровой – это вращатель, дизель, буровой станок и насос. При длительном воздействии шума у человека может снизиться слух, поэтому во время работы на буровой необходимо использовать СИЗ от шума – беруши или специальные наушники, прикрепляемые к каске. Длительное воздействие вибраций также негативно сказывается на здоровье человека (например, вибрационная болезнь занесена в список профессиональных заболеваний). Мероприятия по уменьшению вибрационного воздействия делятся на 2 категории:

- Снижение вибрации в источнике возникновения;
- Снижение вибрации на пути ее распространения.

Отклонение показаний микроклимата.

Буровые работы связаны с работой на открытом воздухе, поэтому рабочая зона на буровой площадке должна быть обеспечена комфортными условиями труда. Оптимальные микроклиматические условия труда характеризуются такими параметрами микроклимата, которые при длительном воздействии на человека создают предпосылки для высокой работоспособности. Допустимые нормы микроклимата приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений.

Сезон годы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	19-21	60-40	0,1
Холодный	20-22	60-40	0,1

Недостаточное освещение.

Для освещения буровой установки применяется как искусственное, так и естественное освещение. Особенного внимания требует работа на буровой в ночное время суток, когда возникает недостаток естественного освещения. Лампы накаливания обеспечивают требования освещения: равномерность и постоянство освещения. На случай аварийных ситуаций имеется освещение с независимым источником питания. Нормы освещения приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Нормы освещения буровой площадки

Рабочее место	Освещенность, лк	Место установки	Требуемое число светильников в	Мощность светильников, Вт
Буровой станок	40	На 2,5 м выше	2	200

		механизмов, внутри бурового здания		
Буровая мачта	40	Крыша бурового здания, направленность вверх	1	200
Буровой насос	25	Над насосом	1	200
Лебедки	40	Сбоку над лебедкой ССК, сбоку от главной лебедки	2	200
Буровое здание	40	Внутри буровой площадки, над площадкой складирования бурового снаряда, в помещении помбуров	4	200
Площадка вокруг буровой	40	Снаружи бурового здания с направлением на трап	4	200
Геологический	40	Геологический	2	200

контейнер		контейнер		
Зумпф	25	На высоте 2 м	2	200

Контакты с насекомыми.

Контакты с насекомыми также являются вредным фактором производства, т.к. участок работ находится в лесной местности. Данный фактор достигает пика своей опасности в мае-июне, когда клещи становятся наиболее активными. Клещи известны из-за опасности укуса и заражению клещевым энцефалитом, приводящему к поражению ЦНС. Ввиду этого все работники в этот период времени снабжаются энцефалитными костюмами.

3.3.2. Мероприятия по устранению опасных факторов

Вращающиеся машины и механизмы.

Наиболее серьезную опасность травмирования на буровой представляют вращающиеся механизмы. Согласно требованиям безопасности, все вращающиеся элементы должны быть ограждены защитными ограждениями. Мероприятия по устранению причин механических травм рассмотрены в ГОСТ 12.2.062-81. Работа в условиях вращающихся элементов требует прохождения обязательного инструктажа по технике безопасности. Помимо защитных ограждений и обучения большое внимание требуется уделять визуальному контролю, т.к. это позволяет человеку быстро оценить обстановку и выявить потенциально опасные ситуации. Практический опыт, вошедший в современные методические руководства по технике безопасности, показывает, что человеку достаточно 0,5 сек для первичной оценки обстановки своего рабочего места на буровой на выявление потенциально опасных ситуаций.

Скользкие и неровные поверхности.

Буровая площадка зачастую несет в себе потенциальный риск травмирования из-за неровных поверхностей. В зимнее время года к этому добавляются еще и скользкие поверхности, покрытые льдом. Если ледяные поверхности легко устраняются буровой бригадой, то неровные поверхности обычно являются неотъемлемой частью буровой площадки. В таких случаях

необходимо устанавливать предупреждающие таблички, информирующие об опасности, а также уделять внимание визуальному контролю, как и в случае с любым другим опасным фактором.

Самоходное оборудование.

Буровые работы связаны с постоянной необходимостью в использовании самоходного транспорта, который доставляет буровые бригады на буровую, оборудование и инструменты для бурения, хим. реагенты, техническую воду и т.д. В практике бурения этот фактор известен множеством случаев травмирования, в т.ч. со смертельным исходом. В настоящее время на территории ВКО крупнейшим заказчиком буровых работ является “Казцинк”, и всеми работниками (в т.ч. подрядных организаций) проходится необходимый курс обучения “Самоходное оборудование”, в ходе которого объясняются приемы взаимодействия между водителями самоходного транспорта и работниками буровых установок.

Работа на высоте.

К работам на высоте относятся работы, проводимые на высоте свыше 1,3 м от поверхности земли. Для получения допуска к работе на высоте необходимо прохождение соответствующего курса обучения и получение удостоверения. Данный вид работ требует обязательного использования индивидуальной страховочной системы и знаний правил безопасного труда.

Химические реагенты.

В процессе бурения скважин большое место уделяется приготовлению бурового раствора, для чего применяется широкий спектр химических веществ. Попадание этих веществ на сетчатку глаза, в дыхательные пути и т.д. может привести к проблемам со здоровьем. Поэтому обязательным условием работы с хим. реагентами является использование средств индивидуальной защиты. Работники должны быть оборудованы защитными очками, респираторами, перчатками и специальной одеждой, которой обычно является рабочая форма, а также обучены технике работы с химическими веществами.

Гидравлическая энергия.

Гидравлическая энергия на буровой является потенциальной опасностью. Обвязка буровых насосов, компенсаторы, рукава высокого давления перед эксплуатацией должны быть опрессованы водой на расчетное максимальное давление. Требования безопасности включают в себя инструктаж по охране труда, использование критически важного защитного оборудования и установление информационных табличек.

Поражение электрическим током.

Основные непосредственные причины электротравматизма:

- Соприкосновение с оголенными токопроводящими частями;
- Нарушение правил эксплуатации дизельного генератора.

Основные технические средства защиты согласно ПУЭ:

- Изоляция оголенных токопроводящих частей.

Основные организационные мероприятия:

- Устройство заземления;
- Применение изолирующих защитных средств;
- Применение малого напряжения питания по ССБТ ГОСТ 12.1.009;
- Устройство зануления установки;
- Соблюдение техники безопасности при работе с дизельным генератором;
- Вывешивание информационных знаков;
- Инструктаж бурового персонала (программа обучения “Изоляция энергии”).

3.4. Экологическая безопасность

В настоящее время экологической безопасности уделяется большое внимание, в связи с этим требуется целый комплекс мер по защите окружающей среды. Основные виды работ предприятия по сохранению природы приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Комплекс мер по охране окружающей среды при геологоразведочных работах.

Природные ресурсы	Загрязняющее воздействие	Природоохранные мероприятия
Недра	Нарушение естественного геологического состояния недр	Ликвидационный тампонаж скважины
Земля	1. Засорение почвы отходами производства 2. Загрязнение хим. реагентами и ГСМ (горюче-смазочными веществами)	1. Использование контейнеров для отходов (бытовые; производственные; пластик; промасленная ветошь) 2. Ежедневный обход буровой площадки на выявление разливов ГСМ и устранение их; использование оцинкованных поддонов под буровое оборудование; покрытие защитной пленкой участка под буровой.
Лес	Уничтожение почвенного покрова на территории буровой площадки	Соблюдение нормативов по отводу земель для буровых работ
Вода	Загрязнение из-за утечки бурового раствора	Использование 3-секционного амбара для буровой жидкости с двойным покрытием полиэтиленовой пленкой всего объема отделов

3.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятные чрезвычайные ситуации в данном районе и типе работ – это техногенные и природные (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Чрезвычайные ситуации

Тип чрезвычайных ситуаций	Название
---------------------------	----------

Природные	<ul style="list-style-type: none"> • Пожары • Землетрясения • Ливневые дожди
Техногенные	<ul style="list-style-type: none"> • Пожары • Производственный травматизм

Предупредительные меры борьбы с пожарами:

- Работать на оборудовании должен только обученный и имеющий соответствующее разрешение человек (сварочные работы);
- Курить в строго отведенных для этого местах;
- Соблюдение правил эксплуатации оборудования и техники безопасности.

Для борьбы с пожарами каждая буровая площадка обязаны иметь противопожарный арсенал средств (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Противопожарный инвентарь

Наименование	Количество, шт
Огнетушители порошковые ОП-4	2
Ящик с песком объемом 1м ²	1
Лопата	2
Багор	2
Лом	1
Топор	1
Противопожарный щит	1

В случае природных чрезвычайных ситуаций должна быть обеспечена доставка бурового персонала с участка работ в безопасное место (г. Риддер в 11 км). На случай ЧС также имеется продовольственный запас на буровом участке.

Производственный травматизм включает в себя множество вариантов чрезвычайных ситуаций. На случай необходимости оказания доврачебной помощи буровой персонал проходит курсы обучения, посвященные первой

медицинской помощи при травмировании. После выявления факта травматизма необходимо доставить пострадавшего в ближайший пункт оказания медицинской помощи (12 км от бурового участка).

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

ООО “Восточная буровая компания”, начавшая свою деятельность в 2006 г., является одной из крупнейших буровых компаний в российской горнорудной отрасли. С 2010 года ВБК является российским подразделением FORACO International, 3-ей крупнейшей буровой компании в мире по бурению на твердые полезные ископаемые и воду.

Главный офис компании расположен по адресу: 119034, г. Москва, Бутиковский переулок, д. 14 стр 1. Генеральный директор ООО “Восточная буровая компания” - Попов Андрей Вячеславович. Компания имеет уставной капитал в размере 8 880 000 руб.

Компания имеет 2 лицензии и 2 зарегистрированных филиала на осуществление работ в Казахстане и Киргизии.

В настоящее время в парке FORACO более 300 станков. Работы осуществляются на 5 континентах в 23 странах, силами более 2000 сотрудников. Основным видом деятельности компании является предоставление услуг в областях добычи полезных ископаемых. Также ООО ВБК работает еще по 14 направлениям.

Среди клиентов Восточной буровой компании — Миллхауз Кэпитал, Полиметалл, АЛРОСА, Кинросс, Полюс Золото, Highland Gold, Русская Платина, Архангельскгеолдобыча, Концерн Ростехнологии, многочисленные юниорные геологоразведочные компании. ООО “Восточная буровая компания” имеет лицензию на бурение на урановое сырье и обращение с радиоактивным керном.

4.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

4.2.1. Технический план

Таблица 4.1. Объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем
1	Проектирование работ	%	100
2	Бурение разведочных скважин	$\frac{\text{П. М}}{\text{СКВ}}$	$\frac{10630}{8}$

Ввиду того, что ТОО “Восточная буровая компания” является подрядчиком ТОО “Казцинк” (Glencore International), камеральные работы не производятся. Заказчиком составляется акт приема керна по каждой скважине, а затем осуществляется его транспортировка и дальнейшие лабораторные исследования.

4.2.2. Расчет продолжительности выполнения работ

Исходя из существующей изученности района работ, целью разведочных буровых работ является введение месторождения в эксплуатацию и перевода из категории Inferred в Indicated (или Measured). Для достижения этой цели комплекс буровых работ будет реализован по следующей программе:

- 2 контрольно-стволовые скважины вертикальные по 840 м каждая;
- 2 скважины геотехнические и гидрогеологические с наклоном 84-88° (1100 и 1150 м);
- Заверочные и технологические скважины: многоствольное бурение 2 материнские скважины глубиной по 400 м, 1 куст – 2 скважины (дополнительные 700-750 м) и 4 скважины во втором кусте (дополнительных 675-750м).

Итого проектом предусмотрено бурение 8 скважин общим объемом 10630 п.м. Все скважины бурятся с отбором керна. Минимально допустимый диаметр бурения для получения представительного керна по колчеданным залежам равен 59 мм. Расчет затрат времени на бурение (табл. 4.2) является довольно сложным процессом из-за того, что на данный момент не существует нормативных документов для расчета стоимости и времени выполнения геологоразведочных работ проектным оборудованием. Ввиду этого расчет

будет проведен по ориентировочным коэффициентам норм времени, установленных опытным путем при проведении предшествующих проекту геологоразведочных работ на месторождении.

Таблица 4.2. Расчет затрат времени на буровые работы

Категория пород по буримости	Диаметр ПРИ, мм	Объем бурения по категории (1 скв), м	Объем бурения по категории (8 скв), м	Норма времени в ст-см на метр	Итого затрат времени на объем (1 скв)
IV	112	5	40	0,01	0,05
IV	93	250	2000	0,02	5
VIII	76	60	480	0,04	2,4
X	59	785	6280	0,04	31,4
Итого:					38,85

4.2.3. Расчет производительности труда, обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ

Затраты времени на бурение 8 скважин:

$$N_{\text{бур}} = H_{\text{скв}} \cdot n \quad (4.1)$$

где $H_{\text{скв}}$ – норма времени на бурение, ст-см на 1 скважину; n – количество скважин, шт.

$$N_{\text{бур}} = 38,85 \cdot 8 = 310,8 \text{ ст-см}$$

Затраты времени на монтажно-демонтажные работы:

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} \cdot n \quad (4.2)$$

где $H_{\text{м-д}}$ – нормы времени на монтаж, демонтаж и перемещение буровых установок для алмазного колонкового бурения с поверхности типа Boart Longyear LF-90 и LF-320, ст-см на 1 монтаж-демонтаж.

$$N_{\text{м-д}} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ ст-см}$$

Крепление скважин обсадными трубами:

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{обс}} \cdot n \quad (4.3)$$

где $H_{\text{обс}}$ – норма времени на крепление скважин обсадными трубами (ССН 93, т.72), ст-см на 1 м крепления.

$$N_{\text{всп}} = 0,06 \cdot 8 = 0,48 = 0,5 \text{ ст-см}$$

Расчёт затрат времени на планово- предупредительный ремонт:

$$N_{ппр} = \frac{N_{бур}}{50} \quad (4.4)$$

$$N_{ппр} = \frac{310,8}{50} = 6,2 \text{ ст-см}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{всп} + N_{м-д} + N_{ппр} \quad (4.5)$$

$$N_{общ} = 310,8 + 0,5 + 24 + 6,2 = 341,5 \text{ ст-см}$$

Расчёт фактической коммерческой скорости:

$$П_{мес} = \frac{O}{N_{общ}} \cdot 60 \quad (4.6)$$

где $П_{мес}$ – производительность труда буровой бригады за месяц; O – объем бурения, м.

$$П_{мес} = \frac{10630}{341,5} \cdot 60 = 1868 \text{ п.м.}$$

Расчёт количества буровых бригад:

$$n = \frac{O}{П_{мес} \cdot T_{усл}} \quad (4.7)$$

Где $T_{усл}$ — условное время, необходимое на выполнение проектных работ, мес.

$$n = \frac{10630}{1868 \cdot 1} = 5,7 = 6$$

4.2.4. Проектные работы

Таблица 4.3. Расчет времени на проектирование работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм	Кол- во	Норма Выработки на 1 чел	Затраты труда чел- дни		Всего чел-дней
					Инженер -геолог	Инженер по бур. работам	
1	Систематизация материалов работ: -текстовых материалов -графических материалов	стр	685	65	11	-	11
		лист	86	14	6	-	6
2	Составление геологической части	стр	40	8	5	-	5

	проекта						
3	Разработка технической части проекта	стр	24	12	-	2	2
4	Согласование с заказчиком	чел-дн	7	4	3	7	7
5	Утверждение проекта и сметы	чел-дн	5	-	-	5	5
	Всего:				25	14	36

Определение продолжительности проектирования, мес.:

$$\Pi = \frac{\sum \text{чел-дн}}{n \cdot c} \quad (4.8)$$

где n – количество человек, занятых в проектировании; c – количество рабочих смен в месяц при односменной работе (25,6).

$$\Pi = \frac{36}{2 \cdot 30} = 0,6 \text{ мес}$$

Итоговые затраты времени на геологоразведочные работы:

$$\Pi = 0,6 + 5,7 = 6,3 \text{ мес.}$$

4.3. Стоимость проектируемых работ (смета)

4.3.1. Расчет затрат на заработную плату

Таблица 4.4. Расходы на заработную плату

Должность	Кол-во человек	Оклад, руб	Сумм. расходы за время проведения работ, руб
Инженер по бурению	1	140 000	882 000
Машинист буровой установки	6	120 000	4 536 000
Помощник машиниста буровой установки	12	70 000	5 292 000
Буровой мастер	2	110 000	1 368 000
Механик	1	80 000	504 000
Начальник участка	1	80 000	504 000
Водитель	5	70 000	441 000
Отчисления на соц. нужды (35,6%)		865 080	5 450 000
Итого		3 295 080	20 759 004

Таблица 4.5. Расходы на буровые инструменты

Наименование	Цена, руб	Расход в месяц, кол-во	Расходы в месяц, руб	Расходы за время проведения работ, руб
Коронка буровая:				
• 03КС-112	6 000	15	90 000	567 000
• СМ8-93	5 000	60	300 000	1 890 000
• КАСК-4С	11 000	50	550 000	3 465 000
• К-08	3 000	45	135 000	850 000
Релитовый переходник турбулизирующий	5 000	3	15 000	94 500
Алмазный расширитель	9 000	3	27 000	170 100
Масло (200 л):				
• Гидравлическое	32 000	1	32 000	201 600
• Дизельное	51 000	2	102 000	642 600
Дизельное топливо, 1 л	32	16 500	528 000	3 326 400
Стакан кернорвательный	900	3	2 700	17 000
Глинопорошок ПБМБ	14 000	3	42 000	264 600
Смазка для бурового раствора (200 л)	180 000	1	180 000	1 134 000
Полианионная целлюлоза РАС HV (30 кг)	130 000	4	420 000	2 646 000
Итого			2 423 700	15 269 310

4.3.2. Расчет амортизации

Буровой снаряд и комплекты ключей относятся к первой амортизационной группе со сроком полезного использования 1-2 года. Стоимость бурильных труб, подверженных износу, составляет примерно 3 млн. руб. Ежемесячная амортизация составит:

$$\frac{3000000}{12} = 250 \text{ тыс. руб}$$

Автомобили для доставки воды и буровых бригад на участок, а также 3 буровых станка имеют приблизительную стоимость в 43 млн. рублей. Это -

третья амортизационная группа со сроком службы свыше 5 лет. Годовые амортизационные взносы составляют:

$$\frac{43000000}{5} = 8,6 \text{ млн. руб.}$$

Ежемесячные амортизационные взносы:

$$\frac{8,6}{12} = 0,72 \text{ млн. руб.}$$

Итоговая сумма на амортизацию составляет 6,1 млн. руб. за время проведения работ по данному проекту.

i. Подсчет общей сметной стоимости

Таблица 4.6. Подсчет общей сметной стоимости

№ п/п	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость объема работ, руб.
1	Основные расходы	47 828 851
	А. Собственно геологоразведочные работы:	43 480 774
	1. Проектирование работ	215 000
	2. Проведение буровых работ	42 128 310
	3. Организация полевых работ 1,5 % от I-A-2	631 924
	4. Ликвидация полевых работ 1,2 % от I-A-2	505 540
	Б. Сопутствующие работы и затраты	
	1. Транспортировка грузов 10% от ∑А	4 348 077
2	Амортизационные отчисления	6 100 000
3	Накладные расходы 12,9 % от ∑I	6 169 921
4	Плановые накопления 10,9 % от ∑I	5 213 344
5	Компенсируемые затраты:	23 914 527
	1. Полевое довольствие 15,8 % от ∑I	7 556 958
	2. Премии рабочим 33,5% от ∑I	16 022 665
6	Резерв 6 % ∑I	2 869 731

Всего по объекту	92 096 374
НДС – 20%	18 419 275
Всего по объекту с НДС	110 515 649

4.4. Календарный план

Таблица 4.7. Выполнение работ на Обручевском месторождении

Наименование основных видов работ	Начало	Окончание
Проектирование работ	1.01.20	5. 02.20
Организация полевых работ	5. 02.20	20.02.20
Проведение буровых работ	20.02.20	29.08.20
Ликвидация полевых работ	30.08.20	15.09.20

5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОБЗОР И АНАЛИЗ ОТКЛОНЯЮЩИХ КЛИНЬЕВ ДЛЯ ИСКРИВЛЕНИЯ СКВАЖИН

5.1. Введение

В практике буровых работ известно, что в процессе бурения скважина подвергается искривлению, т.е. изменению ее зенитного и/или азимутального угла. Известно также 2 вида искривления. В случае самопроизвольного искривления оно называется *естественным*, при выполнении поставленной технической задачи – *искусственным*. В связи с необходимостью решения технических задач возникла отрасль направленного бурения, которая изучает закономерности естественного искривления скважин, а также способствует созданию технических средств для направленного бурения. Основными задачами направленного бурения являются:

- Повышение качества геологической информации;
- Борьба с осложнениями при геологической разведке месторождения;
- Облегчение условий бурения;
- Снижение стоимости на бурение скважин.

5.2. Отклонители

Отклонитель – это техническое средство, предназначенное для отклонения ствола скважины с естественного или искусственного забоя.

Основными типами отклонителей являются:

- Стационарные клиновые отклонители
- Извлекаемые (съёмные) клиновые отклонители
- Отклонители непрерывного действия (ОНД).

5.3. Стационарные клиновые отклонители

Стационарный клиновой отклонитель – отклонитель с отклоняющим узлом в виде направляющего ложка и отбурочным набором. Стационарный

клин используется только для одного искривления и после искривления не извлекается из скважины.

Основным элементом стационарного клина является ложка клина. Ложок клина имеет желоб, вытянутый вдоль оси клина со скосом. Угол скоса составляет $1-3^\circ$, длина желоба - около 1,5 м. В поперечном сечении ложка клина выглядит серповидным (рис. 5.1).

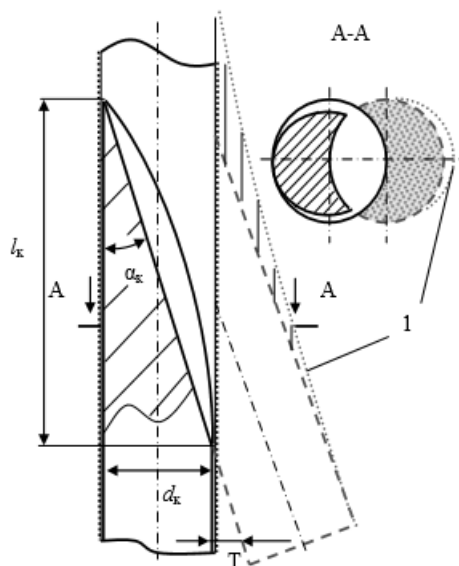


Рисунок 5.1 - Схема отклонения скважины от клинового отклонителя

Отбуривание нового направления ствола скважины осуществляется буровым инструментом вдоль ложка клина по желобу, направленного к стенке скважины.

Стационарные клинья конструктивно могут быть выполнены открытого или закрытого типа (т.е. полностью или частично открывающимися забой). Клинья открытого типа соединяют с колонной бурильных труб. Для спуска в скважину используются заклепки или штифты, которые при установке клина на забой срезаются под действием осевой нагрузки, которая должна быть существенно выше (в 1,5 раза) усилия, необходимого для срабатывания распорного механизма клина, предназначенного для закрепления клина в скважине. После извлечения отсоединенной колонны бурильных труб из скважины такой клин становится открытым, в виду чего и получил свое название. Открытый стационарный клин позволяет применить при операции

отклонения буровой инструмент того же диаметра, что и диаметр ствола в месте установки клина.

Стационарный клин закрытого типа в верхней части снабжен переходником в виде кольца или патрубка, с помощью которого он соединен с колонной бурильных труб при спуске в скважину. Отличие его от открытого клина состоит в том, что соединительное кольцо уменьшает диаметр забуриваемой от клина скважины. Стационарные клинья применяются в основном для решения задач по бурению многоствольных скважин, а также обходе аварийных интервалов.

В практике бурения наиболее широко используется стационарный клин КОС, разработанный ВИТРОм для скважин диаметром 46, 59 и 76 мм (рис. 5.2). Клин спускается в скважину колонной бурильных труб на установочном патрубке 1, к которому срезными штифтами 2 крепится ложок клина 3. Ложок клина 3 соединен с распорным механизмом 4 трубой-удлинителем 5 (рис. 5.2, а).

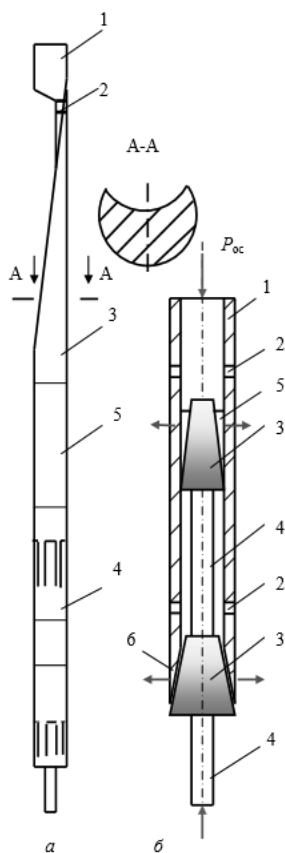


Рисунок 5.2 - Схема компоновки стационарного клина КОС (а) и распорного механизма клина КОС (б)

Распорный механизм включает наружную трубу 1 с продольными и поперечными прорезями в средней и нижней частях 2. Внутри трубы 1 установлена пара конусов 3, связанных между собой жестко штоком 4. Клиновидные накладки 5 между наружной трубой 1 и верхним конусом 3, а также конусная проточка 6 наружной трубы в её нижней части обеспечивают взаимодействие конструкции распорного механизма. При постановке клина в скважине под действием осевого усилия нижний конец штока 4 упирается в забой скважины или созданную временную пробку-забой и перемещает конуса 3 распорного механизма вверх, что в свою очередь вызывает деформацию наружной трубы 1 в местах, где выполнены продольные и поперечные прорези 2. За счет деформирования наружной трубы 1 происходит фиксация стационарного клина в скважине.

Для установки клиньев КОС может применяться пробка-забой, разработанная ВИТРОм (рис. 5.3).

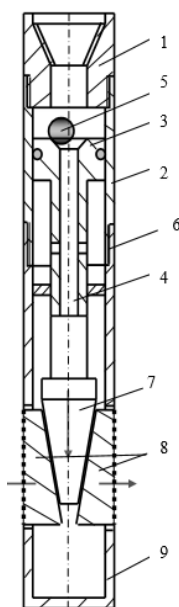


Рисунок 5.3 - Пробка-забой: 1 - переходник для соединения с бурильной колонной, 2 - корпус гидравлического привода, 3 - поршень с уплотнениями, 4 -

шток, 5 – шарик, 6 - распорный механизм пробки «левой» резьбой, 7 – конус, 8 - плашки, размещаемые в корпусе 9

Процедура установки пробки-забоя довольно проста: 1. Установка пробки-забоя. Для этого опускают в скважину на заданную глубину на бурильных трубах пробку-забой и включают насос. При предельном повышении давления буровой жидкости насос отключают и создают осевую нагрузку на пробку, которая плавно увеличивается до 50–60 кН. 2. Убедившись, что пробка-забой закреплена, вращением освобождают колонну бурильных труб и вместе с гидроприводом поднимают на поверхность.

5.4. Извлекаемые клиновые отклонители

Клиновые отклонители, извлекаемые после изменения направления скважины, являются относительно надежными техническими средствами направленного бурения. Они позволяют за один цикл работ изменить направление скважины на 0,5–6° применяются многократно. Цикл работы включает в себя: установка отклонителя, отбуривание, расширение и проработка отклоненного ствола. В съемных клиновых отклонителях применен клин закрытого типа, поэтому отбурочный набор клина имеет породоразрушающий инструмент на один или два размера меньше, чем диаметр ствола скважины. На первом этапе цикла осуществляется забуривание пилот-скважины непосредственно от ложка клина, а затем, после подъема клинового отклонителя, расширение пилот-скважины с одновременным углублением и последующей проработкой интервала. Расширение и проработка скважины требуют специальных буровых технологических снарядов. К извлекаемым отклонителям относятся: съемные клинья СО-76\46, СО-59\36, разработанные в ВИТРе, СНБ-АС – конструкции ПГО «Южказгеология», СНБ-КО-76\59, СНБ-КО-59\46, созданные в КазИМСе и отклонитель СОАЭРУ-59\46 (ПГО «Сосновгеология»).

Комплект инструмента для искривления скважины съемным клином СНБ-КО (рис. 5.4) включает конусный отбурник, собственно клин СНБ-КО и снаряд плавного искривления (СПИ).

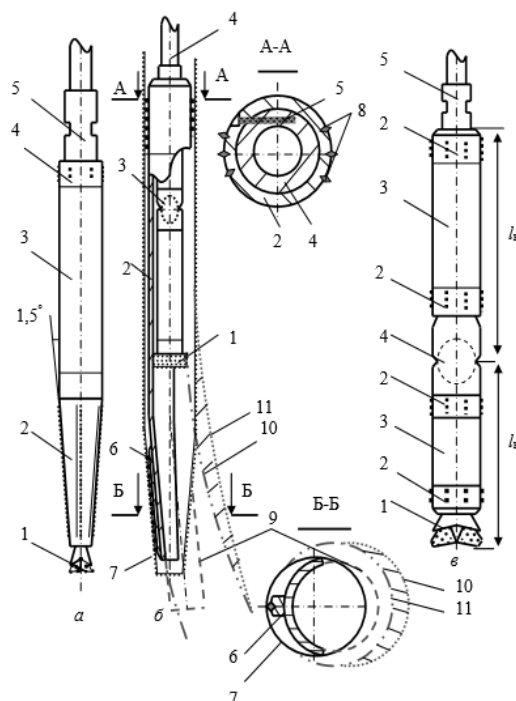


Рисунок 5.4 - Комплект технических средств для искривления скважин клиновым отклонителем СНБ-КО: а – конусный отбурник; б – отклонитель СНБ-КО в скважине; в – снаряд плавного искривления (СПИ). 1 - породоразрушающий инструмент, 2 - конусный, армированный твердым сплавом наконечник, 3 - патрубок, 4 - армированный переходник, 5 - ниппель замка

Во время спуска и ориентирования отклонителя отбурочный набор соединяют через ниппель-штуку с клином-ложком с помощью шпильки 5. После ориентирования отклонитель спускают на забой и нижний конец ложка 6, имеющий клиновидную форму, и усиленную накладкой с гребешковым вооружением твердым сплавом, входит в конусное углубление 7. Гидравликой станка повышают осевую нагрузку до срезания шпилек 5, одновременно заклинивая ложок в конусном углублении. Верхний конец отклонителя фиксируется в скважине при помощи твердосплавных вставок 8. После срезания шпильки 5 начинают бурение пилот-скважины 9. Для расширения

пилот-скважины 9 и дальнейшего развития искривления служит снаряд плавного искривления. С помощью СПИ в направлении забуренной пилот-скважины 9, формируется ствол номинального диаметра 10. При этом СПИ обеспечивает проработку ствола скважины вооружением переходников – расширителей 2 путем удаления резкого перегиба ствола 10 и создания более плавной дуги ствола скважины 11.

5.5. Отклонители непрерывного действия

Отклонители непрерывного действия (ОНД, рис. 5.5) – одни из основных инструментов управления кривизной скважины в направленном бурении. ОНД делятся на отклонители:

- с механическими распорными устройствами скользящего типа;
- с гидромеханическими распорными устройствами скользящего типа.

Любой отклонитель непрерывного действия состоит из ротора, статора и долота. Ротор, соединяемый с бурильной колонной, - вал. Служит для передачи крутящего момента $M_{кр}$ и осевого усилия $P_{ос}$ к отклонителю. Невращающийся при бурении корпус является статором. Он оснащен распорным механизмом скользящего типа для фиксации корпуса – статора ОНД при вращении ротора и обеспечивает продольное перемещение отклонителя.

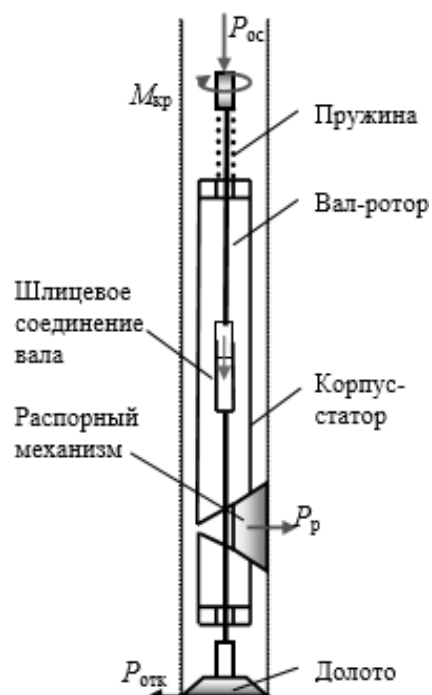


Рисунок 5.5 - Схема отклонителя непрерывного действия

5.5.1. Забойный комплекс “КЕДР”

Таблица 5.1. Техническая характеристика забойного комплекса “КЕДР”

Параметр	Значение
Интенсивность искривления	0,2–1,5 град/м
Самоориентирование в скважине при зенитных углах	3–60°
Контроль ориентирования на заданный угол установки	Присутствует
Искривление скважины с отбором керна	Присутствует

Все устройство забойного комплекса «КЕДР» (рис. 5.6, а) состоит из трех сборочных единиц: I – распорно-отклоняющий блок; II – ориентирующее-регистрационный блок; III – шлицевой узел.

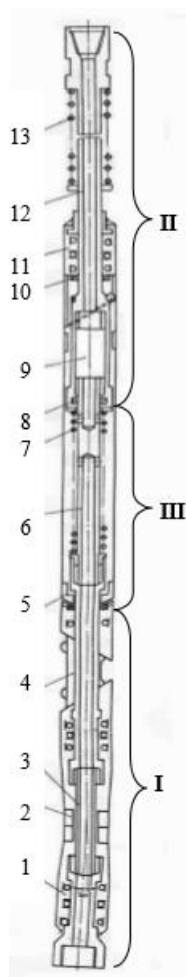


Рисунок 5.6 - Отклонитель «КЕДР»: 2 - корпус с жёстким сменным искривленным патрубком, в подшипниковых узлах 1 которого размещен роторный вал 3; 4 - выдвижной клиновидный ползун; 5 - наружный шарнир; 6 – роторный вал; 7 - возвратная пружина, 8 - разделительное кольцо, 9 - втулка с шлицами; 10 - узел блокировки верхнего роторного вала 12 с пружиной 11; 13 – пружина

При установке отклонителя на забой верхний роторный вал перемещается вниз на величину хода в шлицевой втулке 9, верхняя пружина параллельно перемещает корпус вниз до выхода ползуна, упора его в стенку скважины и создания перекоса нижней секции отклонителя. Шарик ориентирующего блока освобождается и занимает нижнее положение в апсидальной плоскости. После этого размыкается блокировка верхнего роторного вала с корпусом. Для ориентирования отклонитель «КЕДР» следует приподнять на 0,2–0,5 м над забоем, при этом клиновидный ползун втягивается в

габариты корпуса. При подъеме отклонителя над забоем разделительное кольцо 8 вновь разъединяет осевые каналы лицевого вала. После постановки отклонителя на забой создается рабочая осевая нагрузка и производится бурение скважины.

5.5.2. Отклонитель ОГМ-59

Отклонитель гидромеханический ОГМ-59 (рис. 5.7) предназначен для искусственного искривления скважин диаметром 59 мм в породах V–XI категорий по буримости.

Таблица 5.2. Техническая характеристика отклонителя ОГМ-59

Параметр	Значение
Интенсивность искривления	0,3–2,0 град/м
Рабочий перепад давления жидкости для закрепления в скважине	0,8–1,0 МПа
Расход промывочной жидкости	45–60 л/мин
Максимальный диаметр раскрепления	61,5 мм
Длина	0,61 м

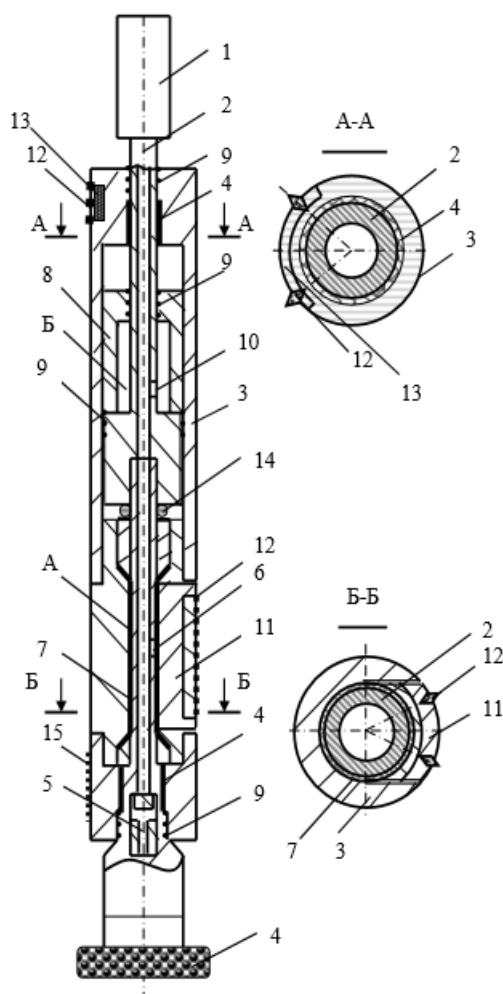


Рисунок 5.7 - Отклонитель ОГМ-59: 1 - переходник, 2 - вал, 3 – корпус, 4 – долото, 5 - клапан-дроссель, 6 - отверстие для промывочной жидкости в полости между 2 и гидрокамерой 7, 8 - муфта гидрорасцепки, 9 – уплотнения, 10 - отверстие для промывочной жидкости в полости Б гидрорасцепки, 11 - распорная плашка, 12 – резцы, 13 - накладка для создания перекоса корпуса, 14 - упорный подшипник

Порядок работы с отклонителем. После спуска и ориентации отклонителя включить буровой насос. Клапан-дроссель 5 обеспечивает повышение давление в полости вала и распорная плашка 11 выходит из окна корпуса и закрепляет его. Муфта 8 одновременно перемещается в верхнее положение, освобождая вал от зацепления с корпусом. Вращение вала начинается с минимальных частот вращения и осевой нагрузки, увеличивая их впоследствии до 300 мин^{-1} и 2000 даН соответственно. Отклонитель реализует

набор кривизны фрезерованием стенки скважины под действием отклоняющего усилия и в зависимости от размера накладки 13 изменяет интенсивность искривления.

5.5.3. Отклонитель ТЗ-3П-59

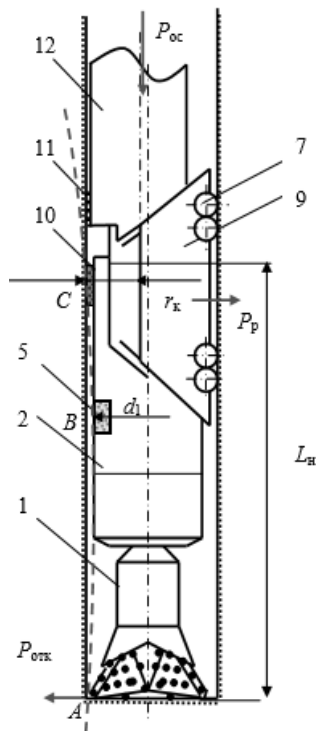


Рисунок 5.8 - Отклонитель ТЗ-3П-59

Отклонитель (рис. 5.8) состоит из ротора - внутреннего вращающегося вала и статора - внешнего не вращающегося корпуса. Ротор состоит из разъемного вала с верхним 17 и нижним 6 валами с опорными выступами. Под ними установлены упорные подшипники 3. Валы вращаются в радиальных подшипниках 4. Вал имеет шлицевой узел 13 и блокировочный зуб, входящий в паз блокировочной втулки 15. На нижнюю часть вала устанавливается переходник 1 для породоразрушающего инструмента, а на верхний вал - ориентирующий переходник 16. Статор отклонителя состоит из корпуса, состоящего из деталей 2, 5, 8, 10, 11, 12 с блокировочной втулкой 15. Сверху над корпусом размещается статорная пружина 18. Над статорной пружиной - верхний подшипниковый узел. Корпус в нижней части имеет верхний полуклин 12, с которым соприкасается выдвижной ползун 9. Ползун 9 соприкасается с

нижним полуклином. Нижний полуклин является нижним подшипниковым узлом с крышкой 2, хвостовиком 8 с опорной поверхностью 10 и плашкой 5. Эта часть снаряда представляет собой распорный механизм. После ориентации и постановки снаряда на забой на него передается осевая нагрузка. Верхняя часть ротора перемещается вниз в пределах шлицевого разъема 13 вала. Осевая нагрузка Рос через верхний опорный выступ и подшипниковый узел передается на статорную пружину 18 и корпус. В результате этого ползун 9 выдвигается по скошенной поверхности верхнего полуклина 12 до упора катками 7 в стенку скважины. Дальнейшее сжатие статорной пружины обеспечивает прижатие нижнего полуклина с хвостовиком 8, опорными элементами 10,11 и переходника 1 с долотом к стенке скважины в противоположном выдвинутому ползуну 9 направлению. Блокировочный зуб выходит из паза блокировочной втулки 15. Ротор отклонителя освобождается, включается вращение бурильной колонны. Ролики-катки 7 на выдвигном ползуне 9 вращаются и врезаются в стенку скважины, удерживая корпус от проворота. Нижний полуклин имеет накладку 10, размер которой обеспечивает положение долота в скважине без перекоса. Благодаря этому ТЗ-3П-59 способен реализовать фрезерование стенки скважины только в направлении действующего отклоняющего усилия. При формировании кривизны плашки 5 в точке В отклоняющая сила становится минимальной, но достаточной для реализации заданной интенсивности искривления, т. к. распорное усилие полностью воспринимается накладками 10, 11 и плашкой 5, имеющими упор в стенку скважины.

5.6. Заключение

Отклонители применяются в буровой отрасли, т. к. позволяют решать разные технические задачи. Одной из таких задач является создание многоствольной (кустовой) направленной скважины. Данный тип скважин получил широкое применение на Обручевском месторождении в виду того, что он в значительной мере повысил точность проводки скважин и обеспечил сокращение времени, физических объёмов, а также средств на их проходку.

Для примера, экономия объёмов бурения за счёт широкого применения многоствольных скважин на Обручевском месторождении составила 36105 п.м., в том числе по предварительной разведке 28748 п.м. Применение многоствольного бурения позволило уменьшить также объёмы работ по обсадке и сократить расход обсадных труб ориентировочно на 12000 п.м. Экономический эффект от применения этой методики в целом достаточно высок и оценивается в сумме более 3 миллионов долларов США. За счёт этой экономии было возможно проведение детальной разведки месторождения.

Таким образом, применение многоствольного бурения при изучении Обручевского месторождения способствует существенному сокращению сроков его оценки и разведки, позволяет значительно уменьшить затраты на проведение геологоразведочных работ, а также обеспечить получение разнонаправленных пересечений пологозалегающих рудных тел и повысить достоверность изучения параметров рудных тел.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были предложены технология и техника сооружения скважин для проведения геологоразведочных работ на месторождении “Обручевское” участка Риддер (Восточно-Казахстанская область). В результате проектирования была дана полная геологическая характеристика объекта, произведен выбор бурового и вспомогательного оборудования, произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта, выполнены сметно-финансовые расчеты.

CONCLUSION

In the final qualification work, a technology and a technique for constructing wells were proposed for exploration in the Obruchevskoye field of the Ridder site (East Kazakhstan Region). As a result of the design, a complete geological characteristic of the object was given, a choice of drilling and auxiliary equipment was made, an analysis of all harmful and dangerous factors during geological exploration within this object was made, estimated financial calculations were made.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическое строение окрестностей г.Томска: учебное пособие /С.С. Гудымович; – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 84 с.
2. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
3. Бурение скважин на россыпи: учебное пособие / В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 104 с.
4. Оптимизация геолого-разведочной системы / В.И. Власюк, А.Г. Калинин, А.А. Бер и др.; – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 359 с.
5. Храменков В.Г. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие по курсовому проектированию / В.Г. Храменков, В.И. Брылин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 246 с.
6. Бурение скважин при разведке месторождений строительных материалов. / И. С. Афанасьев, А. И. Душин. – Л.: Недра, 1980. – 132 с.
7. Буровой портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/burtreck>, свободный.
8. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
9. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
10. ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
11. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах.
12. ГОСТ 12.2.062 – 81 ССБТ. Оборудование производственное.
13. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность.
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Общие требования и номенклатура видов защиты.

15. ГОСТ 12.1.030 – 81 ССБТ. Защитное заземление.
16. ГОСТ 12.4.280-2014 ССБТ. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.
17. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Общие требования безопасности. Шум.
18. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность.
19. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.
20. ГН 2.2.5.3532-18. Предельные допустимые концентрации вредных веществ в воздухе.
21. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
22. ГОСТ 17.1.3.06-82. Общие требования к охране подземных вод.
23. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
24. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность.
25. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
26. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.
27. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
28. ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов.
29. СНиП П-12-77. Защита от шума.
30. СанПин 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
31. Костин Ю.С. Соловов Ю.Г. Современные методы и технологии по управлению траекториями геологоразведочных скважин. – Чита: ООО «Издательский дом «Ресурсы Забайкалья», 2004 – 352 с.
32. Нескоромных В.В., Калинин А.Г. Направленное бурение: учебное пособие. – М.: ЦентрЛитНефтьГаз, 2008. – 384 с.